

J.-P. Barral, A. Croibier, X. Delannoy

Manipulations des disques intervertébraux

Elsevier Masson

OSTÉOPATHIE

Jean-Pierre Barral, Alain Croibier,
Xavier Delannoy

Manipulations des disques intervertébraux



ELSEVIER

Elsevier Masson

Manipulation des disques intervertébraux

Chez le même éditeur

Des mêmes auteurs :

Manipulations viscérales avancées, Approche neuroendocrine de l'abdomen, par J.-P. Barral, 2018, 344 p.

Nouvelle approche manipulative. Colonne cervicale, par J.-P. Barral, A. Croibier, 2017, 264 p.

Manipulations viscérales - Tome 1, par J.-P. Barral, P. Mercier, 2006, 256 p.

Manipulations viscérales - Tome 2, par J.-P. Barral, 2006, 232 p.

Nouvelle approche manipulative. Membre supérieur, par J.-P. Barral, A. Croibier, 2013, 264 p.

Nouvelle approche manipulative. Membre inférieur, par J.-P. Barral, A. Croibier, 2013, 384 p.

Manipulations des nerfs crâniens, par J.-P. Barral, A. Croibier, 2014, 384 p.

Manipulations des nerfs périphériques, 2^e édition, par J.-P. Barral, A. Croibier, 2014, 344 p.

Manipulations vasculaires viscérales, par J.-P. Barral, A. Croibier, 2009, 448 p.

Autres ouvrages dans la collection Ostéopathie :

Manipulations des dysfonctions pelviennes féminines, par O. Bazin, M. Naudin, 2016, 320 p.

De la biomécanique à la manipulation ostéo-articulaire. Thorax et rachis cervical, S. Cambier, P. Bihouix, 2015, 296 p.

La motilité en ostéopathie. Nouveau concept basé sur l'embryologie, par A. Auberville, R. Aubin, 2014, 176 p.

Ouvrages en Ostéopathie :

Atlas de techniques articulaires ostéopathiques. T. 1 : Les membres, Diagnostic, causes, tableau clinique, réductions, par S. Tixa, B. Ebenegger, 2016, 2^e édition, 272 p.

Atlas de techniques ostéopathiques. T. 2. Le bassin et la charnière lombo-sacrée., Diagnostic, causes, tableau clinique, réductions, par S. Tixa, B. Ebenegger, 2016, 2^e édition, 208 p.

Atlas de techniques articulaires ostéopathiques. Tome 3 : rachis cervical, thoracique, lombal et côtes, Diagnostic, causes, tableau clinique, réductions, par S. Tixa, B. Ebenegger, 2016, 2^e édition, 152 p.

A paraître :

Manipulations viscérales avancées, par J.-P. Barral, 2018, 280 p.

Maîtriser l'examen clinique en ostéopathie, L'examen pas à pas, par P. Gadet, 2018, 264 p.

Le B.A.-BA de l'ostéopathie crânienne, Principes et applications pratiques, par N. Sergueef, 2018, 204 p.

Manipulation des disques intervertébraux

Jean-Pierre Barral

Ostéopathe DO, diplômé de l'European School of Osteopathy (Maidstone, Royaume-Uni) et de la faculté de médecine Paris-Nord, département ostéopathie et médecine manuelle.

Alain Croibier

Ostéopathe DO, MSc, membre du Registre des ostéopathes de France, diplômé de l'école d'ostéopathie A. T. Still Academy, Lyon, France.

Xavier Delannoy

Ostéopathe DO, MSc, Médecin de Médecine physique et de Réadaptation, Médecin du Sport, diplômé des facultés de médecine de Paris, Bordeaux et Toulouse.

ELSEVIER

Elsevier Masson SAS, 65, rue Camille-Desmoulins, 92442 Issy-les-Moulineaux cedex, France

Manipulation des disques intervertébraux 2018, de Jean-Pierre Barral, Alain Croibier et Xavier Delannoy.

© 2018, Elsevier Masson SAS

ISBN : 978-2-294-75063-2

e-ISBN : 978-2-294-75219-3

Tous droits réservés.

Les praticiens et chercheurs doivent toujours se baser sur leur propre expérience et connaissances pour évaluer et utiliser toute information, méthodes, composés ou expériences décrits ici. Du fait de l'avancement rapide des sciences médicales, en particulier, une vérification indépendante des diagnostics et dosages des médicaments doit être effectuée. Dans toute la mesure permise par la loi, Elsevier, les auteurs, collaborateurs ou autres contributeurs déclinent toute responsabilité pour ce qui concerne la traduction ou pour tout préjudice et/ou dommages aux personnes ou aux biens, que cela résulte de la responsabilité du fait des produits, d'une négligence ou autre, ou de l'utilisation ou de l'application de toutes les méthodes, les produits, les instructions ou les idées contenus dans la présente publication.

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (art. L. 122-4, L. 122-5 et L. 335-2 du Code de la propriété intellectuelle).



Ce logo a pour objet d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, tout particulièrement dans le domaine universitaire, le développement massif du « photocopillage ». Cette pratique qui s'est généralisée, notamment dans les établissements d'enseignement, provoque une baisse brutale des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée. Nous rappelons donc que la reproduction et la vente sans autorisation, ainsi que le recel, sont passibles de poursuites. Les demandes d'autorisation de photocopier doivent être adressées à l'éditeur ou au Centre français d'exploitation du droit de copie : 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris. Tél. 01 44 07 47 70.

Table des matières

Avant-propos

VII

Chapitre 1

Anatomie du disque intervertébral 1

Caractères généraux 1

Unité fonctionnelle spinale (1). Disposition commune (1). Dimensions, nombre (3). Structure (3) Attaches discales (5). Morphologie (6). Biologie discale (6). Histologie discale (8). Biochimie du disque (9).

Particularités segmentaires 12

Disque intervertébral lombaire (13).
Disque intervertébral thoracique (13).
Disque intervertébral cervical (14).

Évolution et maturation du disque intervertébral 17

Embryologie (17). Gènes ou contraintes ? (18). Nouveaux-nés (18). Enfants-adolescents (19). Adultes (20). Personnes âgées (20). Dégénérescence (21).

Vascularisation et nutrition discale 22

Voie anatomique : vaisseaux discaux (22). Voie fonctionnelle : échanges disco-corporeaux (22).

Innervation discale 24

Troncs sympathiques paravertébraux (24).
Nerf sinuvertébral de Luschka (24).
Récepteurs (24). Spécificités lombaires (25).
Spécificités cervicales (26).

Rapports neuro-vasculaires discaux 28

Canal rachidien (28). Foramen intervertébral (42).
Canal transversaire (45).

Chapitre 2

Biomécanique du disque intervertébral sain 47

Propriétés mécaniques 47

Place du disque (47). Comportement mécanique (48).

Comportement statique : transmission des charges 49

Résistance du rachis (49). Pression intradiscale (50).
Propriétés du matériau discal (52).

Comportement dynamique et flexibilité segmentaire 60

Proportion disco-corporelle (60). Axes de mouvement (61). Mouvements (61). Mécanismes de protection discale (64).

Chapitre 3

Étiopathologie discale 69

Sénescence discale 69

Déshydratation progressive du *nucleus* (69).
Déformation de l'*annulus* (69).

Dégénérescence discale 69

Anomalies génétiques (69). Excès de contraintes mécaniques asymétriques (70). Excès de contraintes mécaniques symétriques (71). Microangiopathie (72). Carences alimentaires (73). Dérégulation de la phase inflammatoire (74). Maladies inflammatoires et infectieuses (74). Augmentation du stress psychosocial (74). Augmentation du stress oxydant (75).

Chapitre 4

Évaluation des pathologies discales en imagerie 77

Radiographies standards (77).
Tomodensitométrie (78). Imagerie par résonance magnétique (78). Classification internationale des discopathies de Pfirrmann (78). Classifications des fissures (81). Fracture du plateau cartilagineux (82). Classification des débords discaux (82). Classification de Modic (85). Modèle de torsion discale (86). En pratique (87).

Différentes étapes de la dégénération 87

Phase 1 : désordre discal ou dysfonction discale (87). Phase 2 : défaut de réparation des lésions (87). Phase 3 : maladie discale (87).

Chapitre 5

Douleur et cicatrisation discales 89

Douleurs discogéniques 89

Rappels sur la notion de douleur (89). Pour le disque (89). Douleur nociceptive (périphérique) (89). Douleur proprioceptive (centrale) (90). Douleur psychogène (centrale) (90).

Cicatrisation discale 91

Régénération discale (91). Réhydratation discale (91). Cicatrisation d'une fissure de l'*annulus* (91). Cicatrisation d'une fissure radiaire (92). Cicatrisation d'une hernie discale (92). Résultats (92). Conclusion (94).

Chapitre 6

Manipulations discales 95**Tests et traitements 95**Généralités (95). Lumbalgies
et lombosciatalgies (96).**Colonne lombaire 100**

Pathologie vertébrale (100).

Hernies discales 107

Réflexes (107). Tests arthroligamentaires (109).

Tests et techniques 110Peau (110). Muscles et système
neuromusculaire (113). Disques lombaires (122).**Traitement 128**Finalité des manipulations discales (128).
Manipulations discales (129).**Sacrum et coccyx 136**

Sacrum (138). Coccyx (138).

Système vasculaire péri-discal 140Rôle des reins (140). Test et manipulations (142).
Pince de l'artère mésentérique supérieure
(*nut cracker syndrome*) et syndrome
de May-Thurner (145). Syndrome
de May-Thurner ou Cockett (148). Veines
intercostales (150). Jonction azygo-cave (150).**Colonne cervicale 151**

Hernies discales (152).

Tests 155Test articulaire (155). Réflexes
ostéotendineux (155). Tests discaux (156).**Manipulations discales 159**En decubitus (159). En latérocubitus (159). En
position assise (159). Techniques neurales (160).**Traitement vasculaire. 161****Colonne thoracique. 169**Caractéristiques de la hernie discale
thoracique (169). Signes cliniques (169). Au niveau
ostéopathique (169). Technique en latérocubitus (169).
Technique de décompression (170).

Chapitre 7

Conduite du traitement et conseils 171**Principes généraux du traitement 171**Traiter la structure (171). Diminuer la douleur (171).
Stimuler la régénération des tissus (171). Favoriser
la reconstruction tissulaire (172). Apporter des
nutriments optimaux (173). Lutter contre les peurs
et les croyances du patient (174).**Conseils généraux. 174**Conseils ergonomiques (174). Travail
mental (cognitif) (175).**Activités recommandées. 175**Première étape : lutte contre tes faiblesses (175).
Deuxième étape : marche et cours (176). Troisième
étape : deviens plus fort (meilleur) (176).**En pratique 176****La colonne lombaire 176**

Exercices à conseiller (176).

La colonne cervicale 179Positions à conseiller (179).
Exercices à conseiller (179).**La colonne thoracique. 181**

Exercices à conseiller (181).

Conclusion 183**Bibliographie 185****Index 189**

Avant Propos

Les pathologies discales sont un motif fréquent de consultation en médecine générale ou spécialisée.

Au cours de notre carrière, nous avons vu de gros changements dans la prise en charge de ces pathologies. Le traitement chirurgical était quasiment la règle il y a 30 ans. À l'époque, passer à côté d'un diagnostic de hernie discale était considéré comme une faute car on estimait que priver le patient d'une chirurgie précoce constituait une perte de chance pour lui.

Aujourd'hui, l'approche thérapeutique est beaucoup moins invasive. Le repos, la physiothérapie, les antalgiques et les anti-inflammatoires ont pris le relais du bistouri. La sanction chirurgicale ne se justifie plus que dans les cas d'atteinte des nerfs moteurs, de syndrome de la queue de cheval ou de douleur insupportable résistante aux traitements médicamenteux puissants. Lorsqu'elle est indiquée, la chirurgie recourt majoritairement aux techniques de microchirurgie discale, occasionnant beaucoup moins d'effets iatrogènes qu'auparavant.

Plusieurs constats justifient le positionnement actuel :

- L'analyse des résultats de la chirurgie discale systématique a révélé un grand nombre de récurrences ou d'insuccès, auxquels il convient d'ajouter les risques chirurgicaux ;
- Certaines données cliniques ont permis une meilleure compréhension de l'histoire naturelle de la hernie discale, notamment que :
 - la douleur discale peut régresser ou disparaître, sans que l'imagerie ne soit modifiée ;
 - la hernie discale peut régresser ou disparaître spontanément ;
 - le disque endommagé peut cicatriser tout seul, si on lui en laisse le temps ;

- la cicatrice naturelle du disque est souvent préférable à une cicatrice chirurgicale qui engendre généralement un certain degré de fibrose périneurale.

Il est vrai que la problématique de la douleur discale reste compliquée. Les différents moyens d'exploration montrent presque systématiquement une atteinte des derniers disques lombaires ou cervicaux. Cependant, l'importance des lésions révélées par l'imagerie et l'intensité de la douleur ressentie par le patient ne sont pas proportionnelles.

Il existe des atteintes discales, découvertes fortuitement par tomodensitométrie ou par imagerie par résonance magnétique, qui restent totalement asymptomatiques.

On estime que 40 à 60 % de la population est porteur d'une discopathie dont il ne souffrira jamais. Par ailleurs, certaines pathologies discales, extrêmement douloureuses et invalidantes, ne montrent pas toujours une grosse hernie discale à l'imagerie. L'imagerie et la clinique ne sont pas corrélées.

L'équation : hernie discale = douleur est donc loin d'être formellement établie.

Dans nombre de cas, l'ostéopathie peut être d'un grand secours, dans la mesure où l'on comprend les différents phénomènes qui affectent les disques et que l'on maîtrise les traitements qu'on peut leur apporter. Nous avons rédigé ce livre à trois, en essayant d'être le plus complet possible. Les pathologies discales demandent de comprendre ce qui se passe localement, mais aussi d'appréhender plus globalement ce qui se passe dans l'organisme. Là encore ce sont nos expériences respectives qui nous ont permis de sélectionner les informations les plus importantes pour parvenir à ces buts.

Au moment de la crise douloureuse, la discopathie ou la hernie discale sont considérées comme un diagnostic se suffisant à lui-même, comme une cause « essentielle », au sens médical du terme.

Envisagées sur une longue période de temps, les atteintes discales devraient plutôt être vues comme des événements survenant au terme d'un lent processus. En effet, elles résultent de l'épuisement des différentes possibilités de compensation de l'organisme pour maintenir l'intégrité du disque et éviter les phénomènes douloureux.

Quand les capacités d'adaptation-compensation sont épuisées, il suffit souvent de presque rien pour qu'un accident discal survienne. Le soulèvement d'une charge modeste, un petit mouvement anodin, un éternuement, un effort de toux, peuvent induire brutalement une douleur, au grand désarroi du patient qui ne comprend pas ce qui lui arrive.

Traiter une discopathie de manière symptomatique est nécessaire. Pendant la phase aiguë, la recherche d'antalgie est l'objectif prioritaire. Tout

doit alors être mis en œuvre pour soulager le patient, en essayant cependant de restaurer la viscoélasticité des différents disques afin de favoriser les phénomènes de cicatrisation.

Dans un deuxième temps, selon les principes chers à l'ostéopathie, on s'adresse au patient dans sa globalité pour rechercher des lésions moins « éblouissantes » que la discopathie et pour tenter de remonter aux causes sous-jacentes. Rappelons qu'une discopathie est le résultat de déséquilibres mécaniques et biochimiques. Ces déséquilibres résultent de perturbations mécaniques (statiques ou dynamiques), de causes métaboliques, de problèmes vasculaires, de tensions psycho-émotionnelles ou même d'une trop forte pression psychosociale. À chaque patient sa solution. Si l'on veut pouvoir inverser les paramètres qui ont mis en place le lent et silencieux processus dégénératif, il est impératif de déterminer la part étiologique qui prédomine pour chaque patient.

Les auteurs

Chapitre 1

Anatomie du disque intervertébral

Avant de nous intéresser aux phénomènes liés à la dégénérescence discale, il nous paraît important de détailler l'anatomie et la physiologie du disque sain.

Le disque intervertébral (DIV) peut être assimilé à un joint ou à un raccord flexible, de nature fibrocartilagineuse, qui sépare les vertèbres. C'est un élément central dans la mobilité et la stabilité du rachis. Il présente un certain nombre de caractéristiques biophysiques, architecturales, mécaniques et cellulaires qui en font une structure unique parmi les organes humains.

Caractères généraux

Malgré des variations de taille et de forme, pour répondre aux dimensions des corps vertébraux, et des différences sensibles, selon les programmes moteurs des différents niveaux rachidiens, les disques intervertébraux présentent de nombreuses similarités dans leur composition et leur structure. Nous allons voir quelques points communs de leurs caractéristiques générales.

Unité fonctionnelle spinale

L'unité fonctionnelle spinale (UFS) comprend la face inférieure d'une vertèbre, le disque et la face supérieure de la vertèbre sous-jacente (figure 1.1).

Le DIV constitue l'élément articulaire majeur pour chaque unité fonctionnelle de l'ensemble rachidien comprise entre la face inférieure du corps de C2 et le plateau supérieur du corps de S1. Tous ces étages articulaires appartiennent au groupe des amphiarthroses, considérées comme des articulations semi-mobiles.

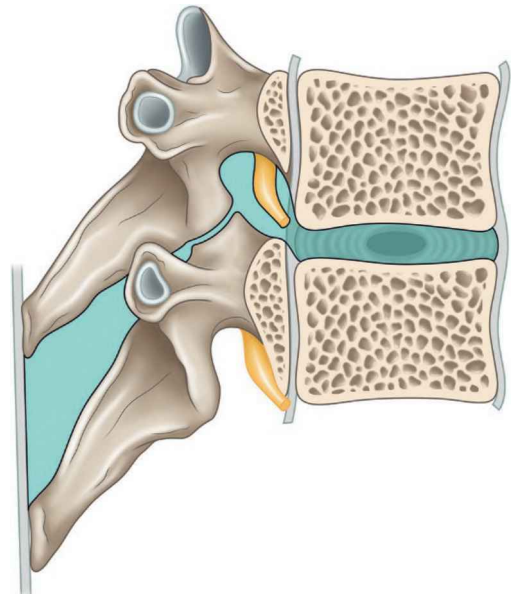


Figure 1.1 Unité fonctionnelle spinale.

Source : Eléonore Lamoglia.

Seuls deux niveaux articulaires ne sont pas dotés de disque : l'occiput-C1 et l'occiput-C1-C2 ; même la jonction sacro-coccygienne est dotée d'un ligament interosseux qui est un vestige discal.

Disposition commune

Le disque intervertébral est une structure fibrocartilagineuse en forme de lentille biconvexe, interposée entre les corps vertébraux et les reliant entre eux.

Chaque disque présente deux faces, l'une supérieure, l'autre inférieure, et une circonférence :

- les deux faces, planes ou plus ou moins bombées, se moulent sur les surfaces vertébrales et y adhèrent de façon intime (Testut, 1948) ;

- la circonférence est visible à la surface de la colonne et dans le canal rachidien. Elle apparaît sous la forme de bandes blanchâtres, dirigées transversalement, alternant régulièrement avec les bandes

plus larges formées par les corps vertébraux (Testut, 1948). En avant et en arrière, elle entre en contact avec les ligaments longitudinaux antérieur et postérieur qui se fixent sur elle (figure 1.2).

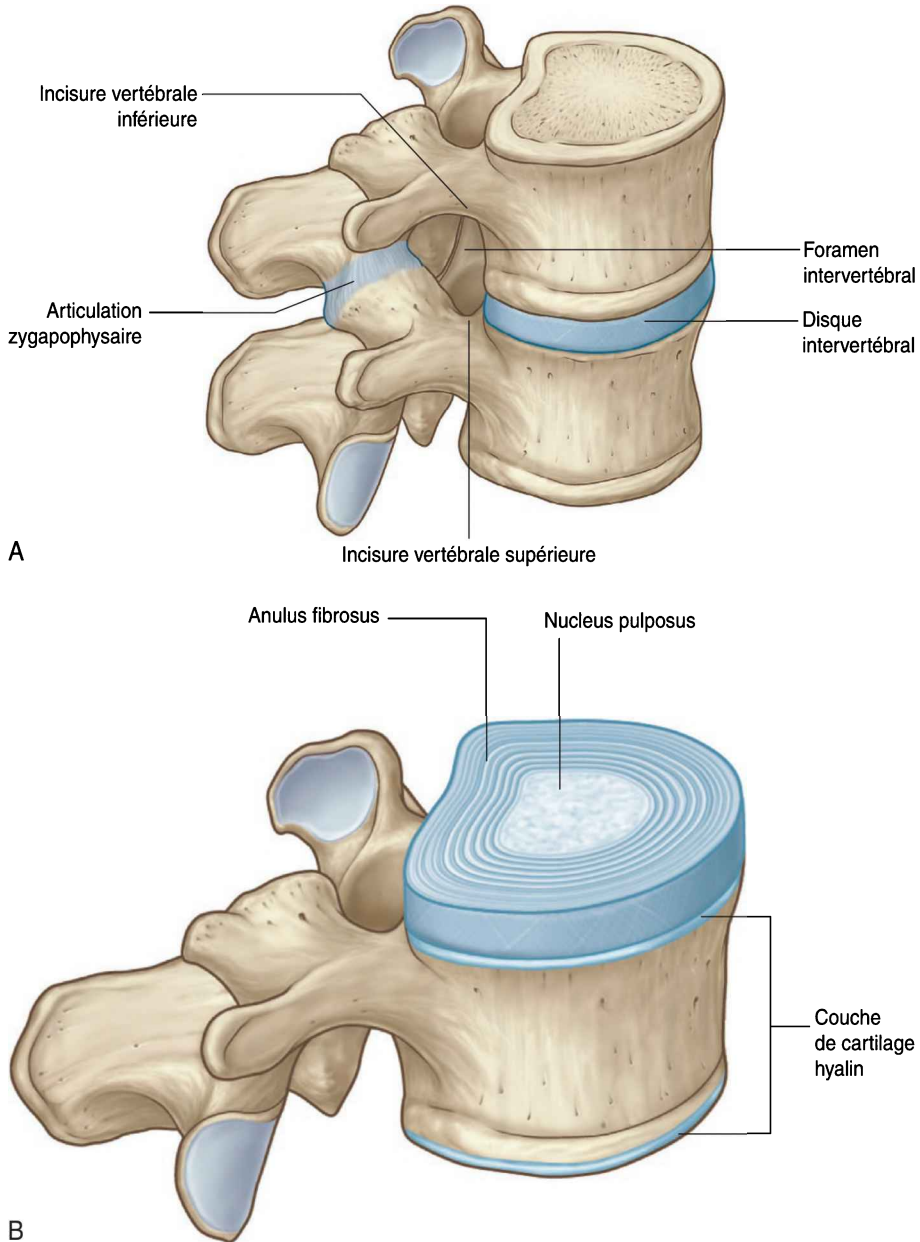


Figure 1.2 Dispositions communes aux disques intervertébraux.

Source : extrait de Gray's Anatomie pour les étudiants / 3^{ème} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, fig. 2.22 et 2.27. Copyright 2015 avec l'autorisation d'Elsevier.

Dimensions, nombre

La hauteur des DIV varie suivant les régions. Selon Testut, elle est de :

- 3,5 mm pour la région cervicale ;
- 5 mm pour la région dorsale ;
- 9 mm pour la région lombaire.

Généralement, on admet qu'elle augmente en allant du haut vers le bas. Cependant, Testut, suivant en cela les observations de Sappey, remarque que :

- elle est sensiblement égale sur toute la hauteur de la colonne cervicale ;
- elle diminue ensuite légèrement entre T1 et T4-T5 ;
- elle s'accroît enfin progressivement jusqu'à l'étage lombo-sacré.

Considéré individuellement, chaque disque ne présente pas une hauteur uniforme en tous points :

- au niveau cervical et lombaire, il est cunéiforme, plus épais à sa partie antérieure qu'à sa partie postérieure ;
- au niveau thoracique, au contraire, il est plus épais en arrière qu'en avant.

Il y a au total 23 disques intervertébraux :

- six au niveau cervical ;
- 12 au niveau thoracique ;
- cinq au niveau lombaire.

Les chiffres varient un peu selon les études, mais la hauteur discale cumulée représente 25 à 30 % de la hauteur totale du rachis.

Structure

Le DIV est une structure composite qui se compose de trois parties qui constituent le « triptyque discal », présentant :

- une zone centrale, gélatineuse, le *nucléus pulposus* ;
- une zone périphérique, entourant la zone centrale, riche en fibres de collagène disposées de manière concentrique, l'*annulus fibrosus* ;
- une double couverture par deux éléments supérieur et inférieur, semi-rigides, les plaques cartilagineuses vertébrales qui prennent en sandwich les zones précédentes (figure 1.3).

Comme nous le verrons dans le paragraphe relatif à l'évolution discale, jusqu'à l'âge de 10 ans, la limite entre l'*annulus* et le *nucléus* est bien marquée. Chez l'adulte, bien que ces deux parties

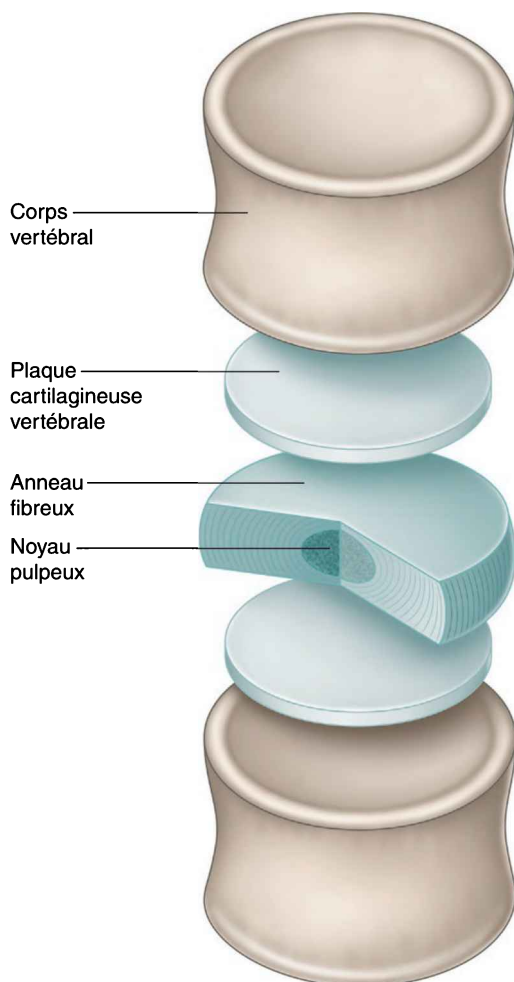


Figure 1.3 Triptyque discal.

Source : Éléonore Lamoglia.

soient encore différenciées, leur délimitation n'est plus aussi nette. Il existe alors une sorte de fondu-enchaîné lorsque l'on passe d'une zone à l'autre.

Nucléus pulposus

C'est le cœur gélatineux du disque. Le *nucléus pulposus* (NP) est une masse blanchâtre, gélatineuse et ovoïde qui occupe environ 50 % du volume du DIV au niveau lombaire.

Le NP est inextensible, incompressible, extraordinairement déformable et fortement hydrophile.

Il contient des fibres de collagène, organisées de manière aléatoire, et des fibres d'élastine,

structurées de manière radiaire. Toutes ces fibres sont noyées dans un gel très hydraté contenant des agrécane .

Dans cette matrice, on trouve des cellules dispersées, de type chondrocytes, ainsi que des cellules notochordales.

Annulus fibrosus

L'*annulus fibrosus* (AF), partie périphérique du DIV, est une structure fibreuse lamellaire blanchâtre, ferme et élastique, fixée aux vertèbres qui l'entourent.

Constitué d'une couche épaisse de fibrocartilage, il est organisé autour d'une série de 15 à 25 couches concentriques ou lamelles, agencées comme les couches d'un oignon. Les fibres de collagène sont orientées de façon parallèle dans chaque couche. Leur orientation est d'environ 60° sur la verticale, avec une obliquité croisée entre deux couches adjacentes. Pour être un peu plus précis, l'orientation des fibres est comprise entre 25° et 45° par rapport à la PCV, et cet angle diminue avec l'âge (Galante, 1967) (figure 1.4).

Des fibres d'élastine sont présentes entre les lamelles, aidant le disque à retrouver sa forme initiale après une déformation. En passant aussi radialement d'une lamelle à l'autre, ces fibres élastiques unissent aussi les lamelles entre elles et rendent l'*annulus* plus cohérent.

Topographiquement on distingue deux parties dans l'*annulus* :

- l'*annulus* externe ou partie ligamentaire du disque, contenant majoritairement des fibroblastes (Lotz et al., 2002);
- l'*annulus* interne, véritable cage pour le *nucléus*, contenant surtout des fibrochondrocytes (Lotz et al., 2002).

Plaques cartilagineuses vertébrales

La troisième partie morphologique du disque est constituée par les plaques cartilagineuses

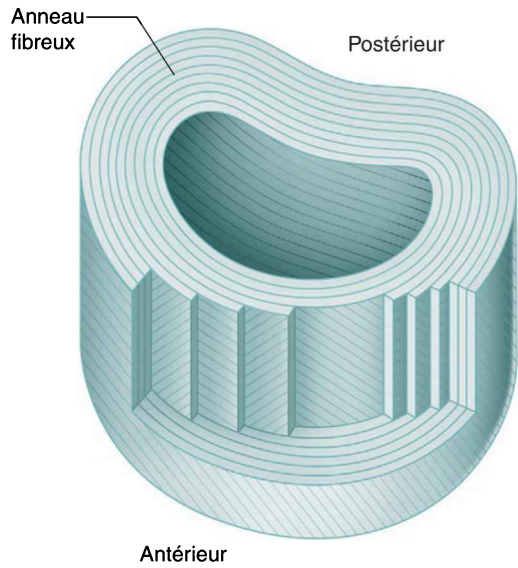


Figure 1.4 Lamelles de l'AF.

Source : Eléonore Lamoglia.

vertébrales (PCV). Il s'agit de deux fines couches horizontales de cartilage hyalin, mesurant environ 1 mm d'épaisseur et encadrant le NP et l'AF.

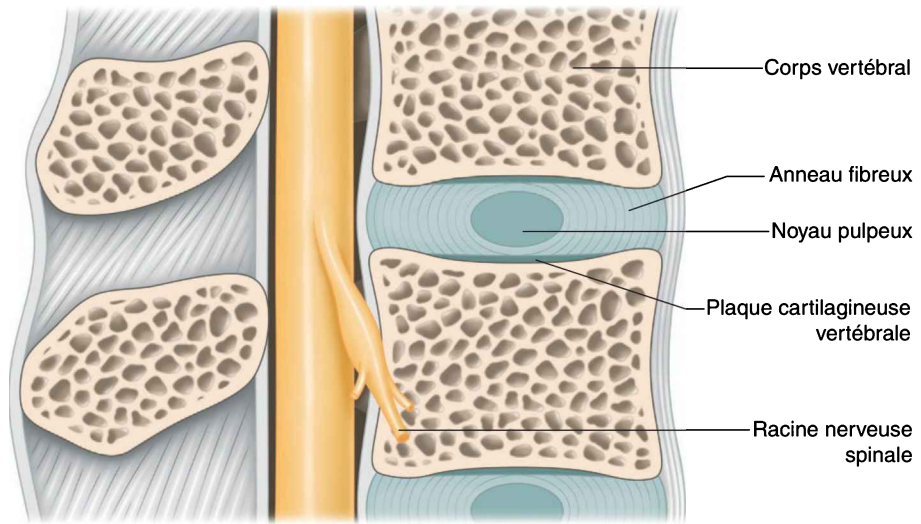
La PCV est une zone d'interface qui délimite anatomiquement le plateau vertébral et le disque.

La surface du plateau vertébral, légèrement concave, comprend deux zones distinctes :

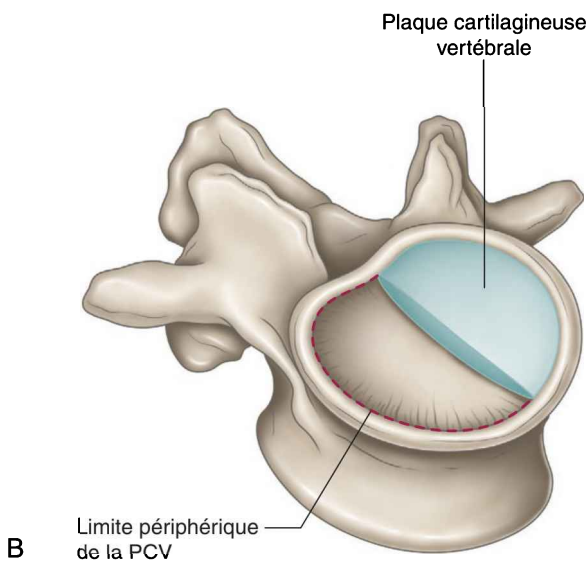
- la surface criblée, centrale, perforée de multiples orifices, présente un aspect spongieux. C'est un point faible vertébral dans lequel le NP peut parfois anormalement pénétrer pour créer une hernie intra-spongieuse;
- le bourrelet marginal périphérique est une bordure en relief, plus solide (figure 1.5).

La PCV recouvre principalement la zone criblée. Elle forme une barrière entre l'os spongieux vascularisé et le DIV avasculaire. Elle est perforée de fins canalicules qui servent de conduits pour les liquides entre l'os spongieux et le DIV. Elle a une épaisseur de 1 à 1,5 mm, maximale sur les bords où elle se confond avec les fibres de l'AF.

¹ Une agrécane est un protéoglycane contenant du sulfate de chondroïtine. C'est un composant important du cartilage.



A



B

Figure 1.5 PCV.

Source : Eléonore Lamoglia.

Attaches discales

Le DIV présente plusieurs points d'ancrage :

- à chaque niveau intervertébral, les fibres de l'*annulus* contribuent à amarrer le DIV aux vertèbres adjacents ;
- sur toute la hauteur du rachis, en avant et en arrière, le DIV donne insertion aux deux ligaments longitudinaux antérieur et postérieur.

Annulus fibrosus

Les lamelles du tiers interne de l'AF s'enfoncent profondément dans la PCV. Les fibres des deux tiers externes sont ancrées directement dans le corps vertébral (Inoue, 1981). Les fibres les plus périphériques fusionnent avec le périoste du corps vertébral. L'AF maintient ainsi solidement en place le NP dans l'espace intervertébral (figure 1.6).

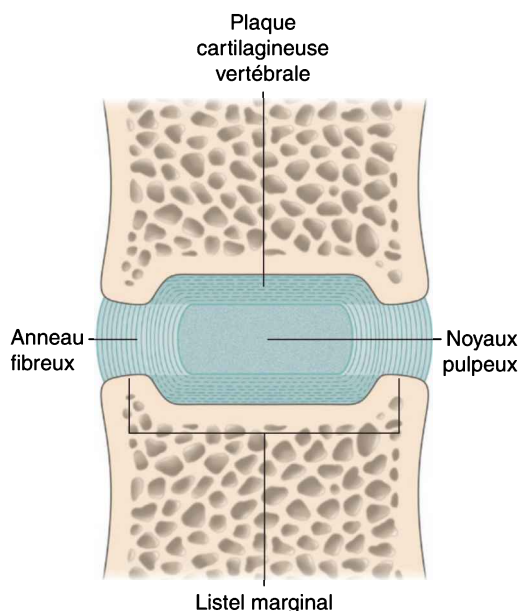


Figure 1.6 Attaches de l'AF.

Source : Eléonore Lamoglia.

Note clinique

Si une grande partie des fibres de l'AF du DIV s'amarre sur la PCV, il n'y a cependant pas de structure fibrillaire amarrant cette dernière à l'os sous-chondral (Inoue & Takeda, 1975; Inoue, 1981). De ce fait, elle peut parfois être arrachée avec l'AF au cours d'un mouvement forcé ou d'un traumatisme.

Ligament longitudinal antérieur

Ancienne dénomination : ligament vertébral commun antérieur.

Le ligament longitudinal antérieur (LLA) forme un long ruban, blanchâtre et nacré, couché sur la face antérieure de la colonne vertébrale et s'étendant sans interruption du corps de l'atlas à la partie supérieure du sacrum (Testut, 1948).

Plusieurs plans de fibres, toutes longitudinales et plus ou moins parallèles, structurent le LLA. Les fibres superficielles sont les plus longues et s'étendent sur quatre à cinq niveaux vertébraux. Les fibres profondes, plus courtes, s'attachent sur deux vertèbres voisines.

Par sa face postérieure, le LLA adhère intimement notamment aux corps vertébraux et un peu moins aux disques intervertébraux (figure 1.7).

Ligament longitudinal postérieur

Ancienne dénomination : ligament vertébral commun postérieur.

Situé en arrière des corps vertébraux, dans le canal rachidien, le ligament longitudinal postérieur (LLP) est une bandelette fibreuse étendue de l'occipital au sacrum.

Ses bords latéraux ne sont pas rectilignes mais forment latéralement une série de festons concaves. Le ligament est ainsi rétréci au niveau des corps vertébraux et large au niveau des DIV.

Comme son homologue antérieur, le LLP est constitué de fibres longues qui sautent plusieurs vertèbres et de fibres courtes qui unissent deux vertèbres voisines.

Par sa face antérieure, le LLP adhère intimement aux disques intervertébraux ainsi qu'aux deux bords supérieur et inférieur des vertèbres. Il reste séparé de la partie vertébrale moyenne par des veines volumineuses.

Sa face postérieure répond à la dure-mère, à laquelle elle est unie par des tractus conjonctifs ou ligaments de Hofmann (Testut, 1948) (figure 1.8).

Morphologie

Cotten et Demondion (Cotten & Demondion, 2000) proposent de décrire le disque comme l'association de deux parties distinctes :

- un complexe central, constitué du *nucléus pulposus*, des fibres internes de l'*annulus fibrosus* et des plaques cartilagineuses en regard ;
- un complexe périphérique, composé des fibres externes de l'*annulus fibrosus* ou fibres de Sharpey, ancré dans le listel marginal, partie du plateau vertébral située au pourtour de la plaque cartilagineuse (figure 1.9).

Cette conception présente certains intérêts pour juger de l'évolution morphologique du DIV, notamment en IRM, et peut aussi en compléter la compréhension fonctionnelle, comme nous le verrons avec la mécanique du disque.

Biologie discale

La survie des structures biologiques, simples ou complexes, dépend de la stabilité dans le temps des

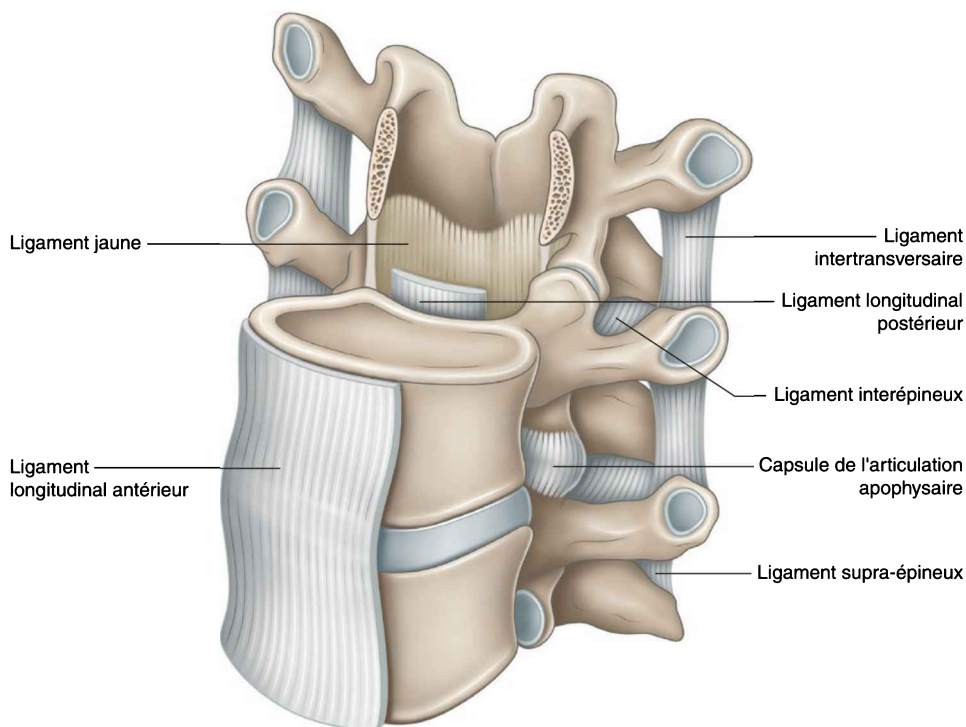


Figure 1.7 LLA.
Source : Eléonore Lamoglia.

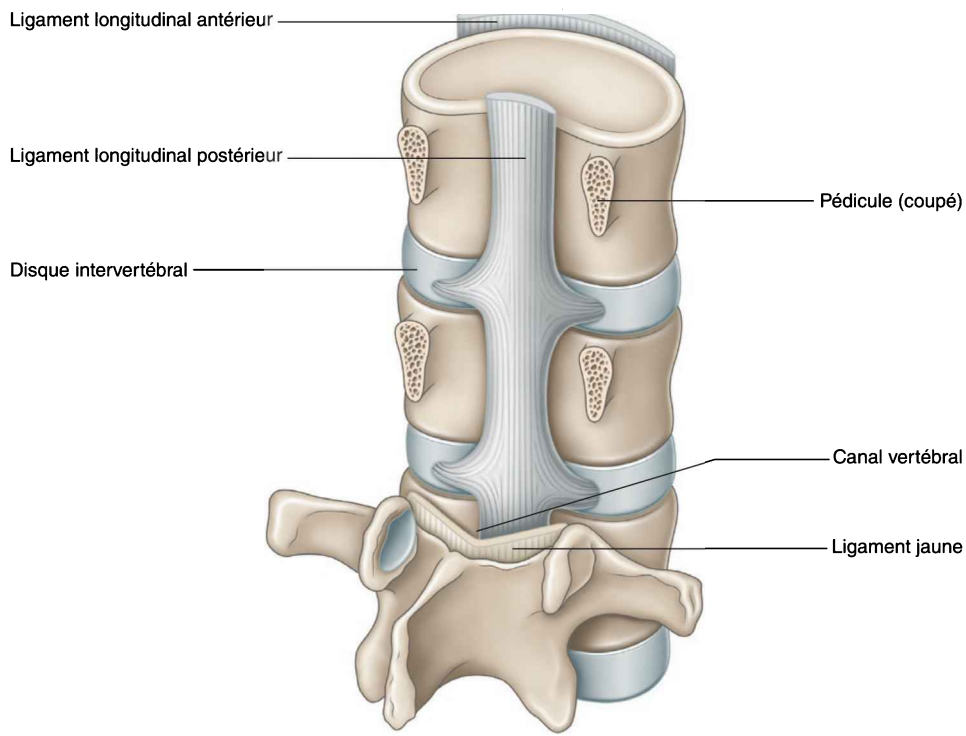


Figure 1.8 LLP.
Source : Eléonore Lamoglia.

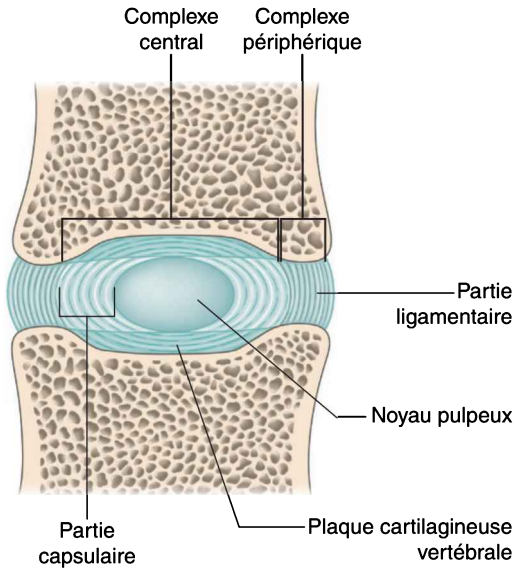


Figure 1.9 Complexe discal central et périphérique.

Source : Eléonore Lamoglia.

paramètres biologiques qui sont nécessaire à la vie. L'eau est l'un des paramètres majeurs de la vie.

Eau

L'eau liquide remplit plusieurs fonctions essentielles. Elle permet les réactions chimiques nécessaires à la vie grâce à sa polarité unique. Elle assure le transport des molécules dans les cellules et l'élimination des métabolites. Elle aide à maintenir une température constante à l'intérieur du corps. En biomécanique, elle assure un certain degré de viscoélasticité aux matériaux la contenant. Sans eau, pas de vie cellulaire.

Mais le corps humain, contrairement aux végétaux, ne peut pas stocker l'eau. L'organisme élimine en permanence de l'eau via les urines, la respiration et la transpiration.

La partie la plus importante de l'eau dans notre organisme est contenue dans les cellules. L'autre partie est présente dans les espaces intercellulaires, dans le sang et dans la lymphe.

Eau discale

En ce qui concerne le disque, l'eau représente 70 à 90 % du disque. C'est le constituant principal

du disque. Et, contrairement aux autres parties du corps, elle n'est pas contenue dans les cellules mais liée aux glycoprotéoglycanes de la matrice extracellulaire.

Sans cellule, pas de glycoprotéoglycanes. Pas de glycoprotéoglycanes, pas d'eau. Sans eau, pas de disque fonctionnel.

Notre être tout entier lutte contre la gravité et s'adapte en fonction d'elle. À cause de la pression hydrostatique, l'eau a tendance à s'échapper du disque. L'eau provient du sang issu de vascularisation de l'os trabéculaire. Le cœur doit éjecter le sang régulièrement et avec force afin de vasculariser les parties supérieures du corps et de ramener le sang veineux au cœur. Les pathologies discales sont ainsi intimement liées aux pathologies cardiovasculaires (artérielles et veineuses) et aux pathologies osseuses.

Histologie discale

La structure du disque sur le plan histologique est très simple. Il contient quatre types de cellules distinctes. Chaque structure contient un seul type de cellule (sauf le *nucléus* transitoirement).

La partie externe de l'*annulus* contient uniquement des fibroblastes. La partie interne de l'*annulus* contient uniquement des chondrocytes de type discal.

Le *nucléus* contient, jusqu'à l'âge de trois ans, un seul type de cellule, une grosse cellule vacuolaire de type cartilagineuse d'origine notochordale (Rannou, 2004). Après l'âge de trois ans, les cellules dégèrent et sont remplacées progressivement par des chondrocytes provenant de la plaque cartilagineuse. Après l'âge de 16 ans, toutes les cellules d'origine notochordale ont régressé (Clouet, 2010).

Les plaques cartilagineuses présentent uniquement des chondrocytes de type hyalin.

Fibroblastes

L'orientation des contraintes mécaniques détermine la forme et l'orientation des fibroblastes. Les fibroblastes du disque sont histologiquement identiques à ceux retrouvés dans les ligaments (figure 1.10).

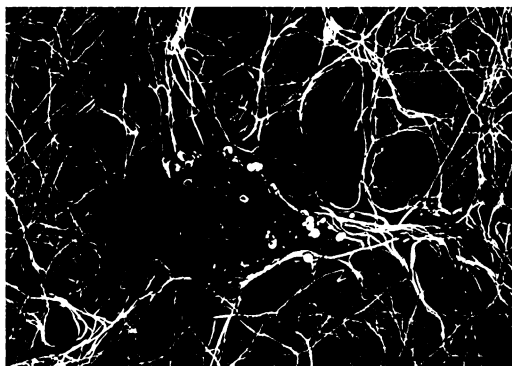


Figure 1.10 Les fibroblastes du disques.

Source : extrait de Anatomy Trains : Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists, second edition, Thomas W. Myers, fig. 1.28. Copyright 2009 avec l'autorisation d'Elsevier.

Notez l'orientation du fibroblaste dans la matrice extracellulaire et l'orientation des expansions du cytoplasme dans les grands axes des fibres. Si vous regardez bien, vous verrez des fibres de collagène à l'intérieur de la cellule. Les différents axes de traction orientent et déterminent la forme de la cellule.

Chondrocytes des plaques cartilagineuses vertébrales

Les chondrocytes des plaques présentent les mêmes caractéristiques que les chondrocytes du cartilage hyalin classique (figure 1.11).

Notez ici les relations entre les fibres du cytosquelette, la matrice membranaire et les fibres de la matrice extracellulaire. Il existe un lien mécanique allant de l'intérieur vers l'extérieur.

Chondrocytes discaux

En prenant en compte le fait que les forces présentes ne sont pas les mêmes que dans le cartilage classique, la forme des chondrocytes des disques diffère de la forme des chondrocytes du cartilage. Après leur migration des plaques vers les disques, le cytosquelette s'allonge en raison de l'augmentation de pression locale. En effet, les cellules, contrairement au cartilage classique, ne sont pas entourées d'une coque de protection (panier fibreux). Elles sont plus fragiles et plus sensibles aux chocs brusques.

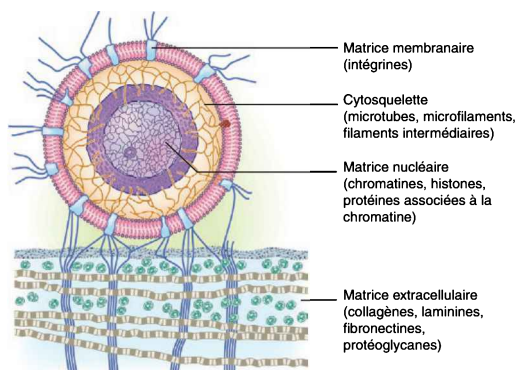


Figure 1.11 Les chondrocytes des plaques cartilagineuses vertébrales.

Source : extrait de Anatomy Trains : Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists, second edition, Thomas W. Myers, fig. 1.69b. Copyright 2009 avec l'autorisation d'Elsevier.

Cellules de la notochorde

Elles sont plus larges que les chondrocytes classiques des cartilages et présentent des vacuoles de taille importante. Elles sont présentes chez tous les mammifères et sont remplacées progressivement, même chez les quadrupèdes. Chez l'homme, elles dégénèrent de façon plus précoce du fait de la verticalisation (Clouet, 2010) (figure 1.12).

Biochimie du disque

D'un point de vue biochimique, l'*annulus*, le *nucléus* et les plaques cartilagineuses vertébrales sont identiques. Les trois structures contiennent de l'eau, du collagène et des protéoglycanes. Les différences interviennent dans le type de collagène et dans la variation des concentrations des constituants (Bogduk, 2012) (figure 1.13).

Types de collagènes

Dans la partie périphérique de l'*annulus*, le collagène majoritaire est de type 1. Il est spécifique aux tissus fibreux.

Dans la partie externe de l'*annulus*, dans le *nucléus* et dans les plaques, le collagène majoritaire est de type 2. Il est spécifique au cartilage.

Dans le plan horizontal, il existe une concentration progressive du collagène de type 2 de la

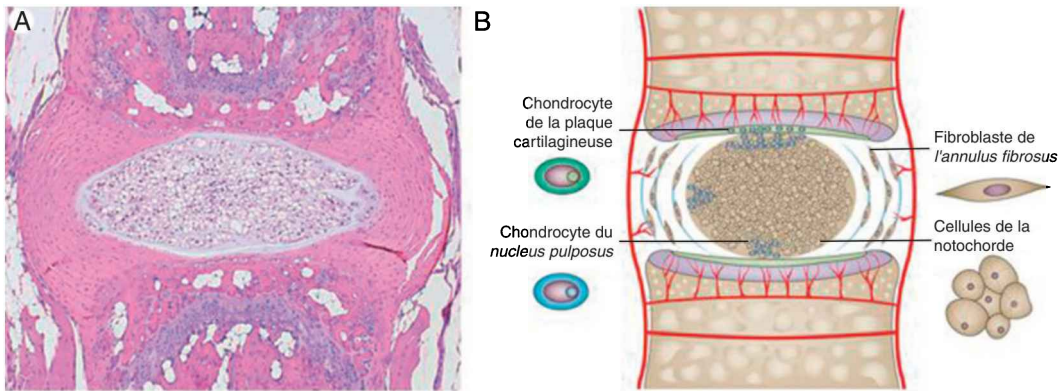


Figure 1.12 Cellules de la notochorde.

Source : Stem cell therapy for intervertebral disc regeneration : obstacles and solutions, Daisuke Sakai and gunnar B J Anderson. Nature Reviews Rheumatology 11, 243–256 (2015).

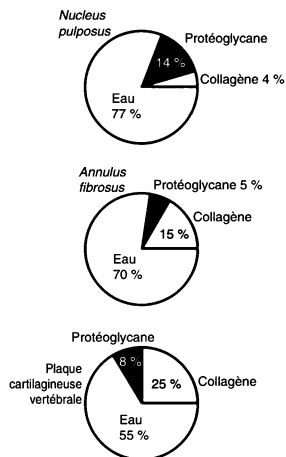


Figure 1.13 Biochimie du disque.

périphérie vers le centre et inversement pour le collagène de type 1 (Rannou, 2004).

Dans le plan vertical, la concentration en collagène au niveau des plaques diminue au plus près du *nucléus* et augmente au plus près de l'os sous-chondral (Bogduk, 2012).

Architecture tissulaire

Les fibres de collagène constituent la trame de base qui délimite des espaces inter-lamellaires. Ces espaces sont remplis par les glycoprotéoglycans qui fixent l'eau. Les fibres de collagène participent de ce fait au piégeage de l'eau. Mais leur

densité limite leur absorption. La concentration en eau de chaque structure discale dépend du taux de protéoglycans et du taux de collagène. L'équilibre tissulaire en eau dépend ainsi de l'architecture du collagène (diffusion) et de sa teneur en glycoprotéoglycans.

Dans l'*annulus*, la trame de base est bien orientée, bien serrée, les fibres de collagène d'une même lame étant parallèles.

Dans le *nucléus*, les fibres de collagène sont agencées en un tissu lâche non orienté. Ces fibres ne sont pas amarrées à la plaque cartilagineuse. Elles n'ont pas de rôle structurel direct. Elles ont un rôle biochimique de maillage et de lien avec les glycoprotéoglycans de la matrice afin de retenir l'eau mais aussi de faciliter sa diffusion, contrairement aux fibres bien orientées de l'*annulus*. L'architecture tissulaire est optimale.

Relation entre biochimie et fonction discale

Les différentes fonctions du disque sont en relation avec la composition biochimique de ses structures. En connaissant le type de cellule et le type de collagène présents dans un tissu, nous pouvons connaître la fonction exacte du tissu.

Fonction discale

Nous trouvons, au centre du disque, des concentrations importantes en glycoprotéoglycans, du collagène de type 2 et des chondrocytes discaux.

Cela signifie que le centre du disque est soumis majoritairement à des contraintes en compression, comme le cartilage ou l'os. Ils ont en commun d'être tous les trois des tissus de soutien squelettique. La substance fondamentale amorphe est présente sous forme de gel souple dans le centre du disque, sous forme de gel ferme dans le cartilage et sous forme de gel minéralisé dans l'os.

Nous trouvons, en périphérie du disque, beaucoup de fibres de collagène de type 1 bien orientées et des fibroblastes comme dans un tissu conjonctif fibreux (tendon ou ligament). Cela signifie que la périphérie du disque est soumise majoritairement à des contraintes en traction, torsion et cisaillement.

Les fibroblastes de l'*annulus fibrosus* sécrètent, entre les lamelles, la lubriline, une glycoprotéine qui a un rôle de lubrifiant. Mais, plus surprenant, la lubriline est aussi présente dans la partie centrale du disque. Cela nous indique que l'ensemble du disque est soumis à des contraintes en cisaillement et en torsion. Cette caractéristique n'existe chez aucun quadrupède (Clouet, 2010).

Mécano-biochimie

La biochimie nous aide aussi à comprendre le rapport entre le mouvement lésionnel et les structures endommagées. Les blessures en compression (flexion du tronc, port de charge, réception sur les pieds ou les fesses) vont préférentiellement détruire la partie centrale du disque et léser les plaques cartilagineuses, les fibres centrales mal organisées et l'os sous-chondral.

Les mouvements en rotation ou en latéroflexion ainsi que les mouvements de flexion-extension vont induire des contraintes en torsion ou en cisaillement et préférentiellement léser la partie périphérique du disque, comme le listel marginal, les lamelles de l'*annulus*, le périoste, et les ligaments longitudinaux.

Le mouvement de flexion est très dangereux car il combine des forces de compression et de cisaillement antéropostérieur ainsi que des forces de traction sur la partie postérieure.

Si vous combinez une flexion avec une rotation, vous produisez des contraintes mécaniques importantes sur le joint intervertébral.

Les deux parties du disque

Comme nous l'avons dit précédemment, la morphologie du disque fait apparaître deux parties. Cette vision se retrouve sur les plans biochimique et physiologique.

Partie ligamentaire externe

La partie ligamentaire, constituée des fibres de Sharpey, correspond à la partie périphérique de l'*annulus fibrosus*. Elle est constituée de collagène de type 1, très performant pour résister aux forces de traction et de cisaillement. C'est un vrai ligament, vascularisé et innervé. Il s'insère sur la margelle de l'os vertébral sus et sous-jacent. Il a un rôle majeur dans le disque. D'une part, il permet la réabsorption de l'eau et participe aux mouvements liquidiens dans le disque et, d'autre part, il aide la partie centrale à résister aux forces de compression en diminuant les contraintes mécaniques.

Fibrocartilage interne

L'autre partie du disque est un fibrocartilage unique. Elle correspond aux 2/3 internes de l'*annulus* et au *nucléus*. Il n'existe pas de limite nette entre les deux structures. Elle contient le même type de collagène (type 2) et le même type de cellule, elle a donc la même fonction mécanique (résister aux forces de compression).

C'est le seul fibrocartilage de ce type dans le corps humain. Il présente deux caractéristiques étonnantes. Premièrement, il est très riche en eau. L'eau cloisonnée est incompressible. C'est la structure qui résiste le mieux aux forces de compression. Les autres fibrocartilages (genou, acromio-claviculaire, sterno-claviculaire, sacro-iliaque et enthèse du tendon calcanéen) sont soumis à des forces de cisaillement, de torsion ou de traction qui sont supérieures aux forces de compression. Ils sont donc moins riches en eau et plus fibreux.

Deuxièmement, cette partie du disque est avasculaire. Elle se nourrit indirectement par l'os vertébral sus et sous-jacent, *via* les plaques cartilagineuses vertébrales et le ligament discal (fibres de Sharpey).

Les plaques cartilagineuses se sont formées en réaction aux forces de compression présentes et aux forces de cisaillement. Il n'existe pas, normalement, de forces de cisaillement entre les plaques cartilagineuses et l'os sous-chondral. Par conséquent, il

n'existe pas de fibres de collagène de type 1 qui relient solidement ces deux structures.

Matrice extracellulaire

Les réponses métaboliques des disques sont stimulus-dépendantes (Rannou, 2004).

Les cellules présentes dans le disque fabriquent le milieu extérieur (maillage de différentes fibres). Elles le fabriquent parce qu'elles sont stimulées pour le faire. Il existe une transduction des signaux mécaniques *via* les mécanorécepteurs en signaux chimiques qui induisent des réactions cellulaires. Ces réactions provoquent des transformations cellulaires du cytosquelette et la production de molécules pour le milieu extérieur (matrice). Il existe un lien mécanique (fibres) entre le cytosquelette des cellules et les maillages de la matrice. Le *continuum* des fibres se forme de l'intérieur vers l'extérieur (figure 1.14).

Anabolisme et catabolisme de la matrice

Lors de chaque mouvement, l'organisme subit des microlésions du tissu conjonctif et des muscles. Ce phénomène est bénéfique car les lésions inté-

ressent principalement, au début, les fibres mal formées, ou plus vieilles, présentant des anomalies de structure. Si les activités physiques se poursuivent trop longtemps, les fibres normales seront touchées par la suite. À partir de là, le système biologique commence à être en danger.

Le système de réparation et le système de dégradation de la matrice concourent tous les deux au renouvellement et aux réparations de la matrice. Il ne faut pas voir le système de dégradation comme négatif pour la matrice.

En pratique, sans contraintes mécaniques, il n'y a pas de vie. La vie, c'est le mouvement. Nous pouvons avoir des actions mécaniques de l'extérieur vers l'intérieur avec nos manipulations. Toute manipulation (forces par surface ou forces par volume) sur un tissu biologique induit un changement de forme et de structure biochimique du tissu.

Particularités segmentaires

Les disques intervertébraux présentent la même configuration que les corps vertébraux entre lesquels ils s'interposent. Leur forme et leurs

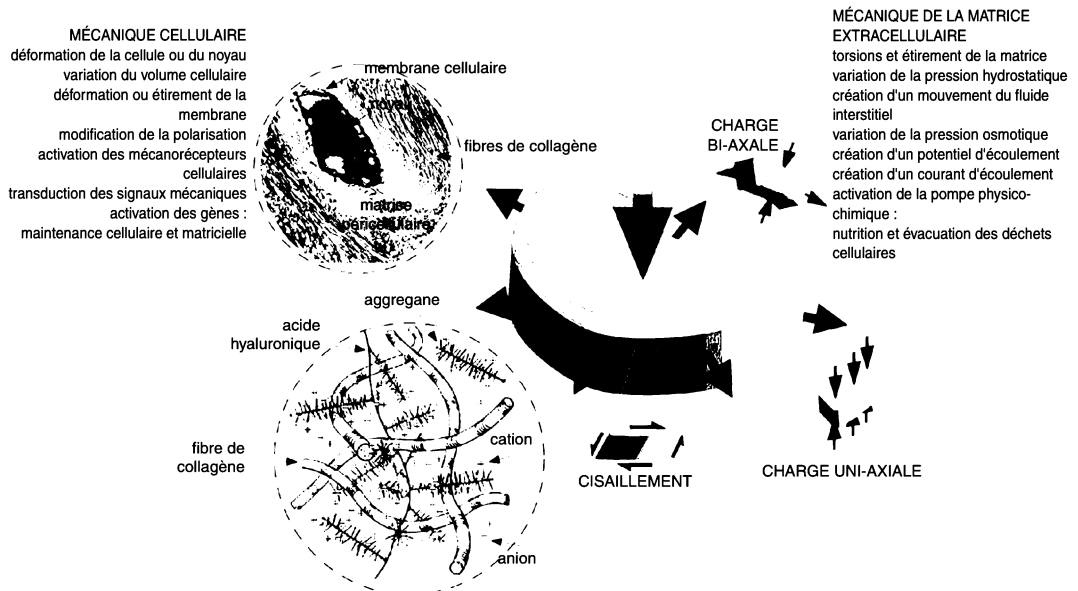


Figure 1.14 Relation entre stress mécanique et mécanobiologie discale.

Source : Mechanobiology of the intervertebral disc and relevance to disc degeneration. J Bone Joint Surg Am. 2006 Apr; 88 (suppl2) : 52-57. Lori A. and Jun Chen.

diamètres correspondent exactement à la forme des plateaux vertébraux qui les encadrent.

Cependant, tout en conservant leur configuration de base, des différences notables apparaissent au plan structural selon le niveau des DIV.

Disque intervertébral lombaire

Du fait de la grande fréquence des phénomènes pathologiques dont il est l'objet, le DIV lombaire a été, et de loin, le plus étudié dans la littérature.

La plupart des données disponibles sur le DIV se rapportent généralement au disque lombaire.

Le DIV lombaire mesure en moyenne 7 à 10mm d'épaisseur pour un diamètre antéro-postérieur d'environ 4 cm.

Dans le plan antéro-postérieur, le NP occupe environ 4/10 de l'espace discal. Il est légèr-

ment excentré puisque le reste de l'espace discal est divisé en 4/10 antérieurs et 2/10 postérieurs. La hauteur discale représente 1/3 de la hauteur vertébrale, soit 10 à 17 mm, ce qui témoigne d'une mobilité importante à cet étage rachidien.

Au niveau lombaire, la partie postérieure de l'AF est un point faible anatomique. Elle semble moins résistante du fait de sa structure : les lamelles postérieures sont moins nombreuses et contiennent davantage de fibres discontinues ou incomplètes que les lamelles antérieures (Tsuji et al., 1993) (figure 1.15).

Disque intervertébral thoracique

C'est le disque le moins bien documenté dans la littérature. Il a fait l'objet de peu de recherches, probablement parce que ses atteintes sont plus rares.

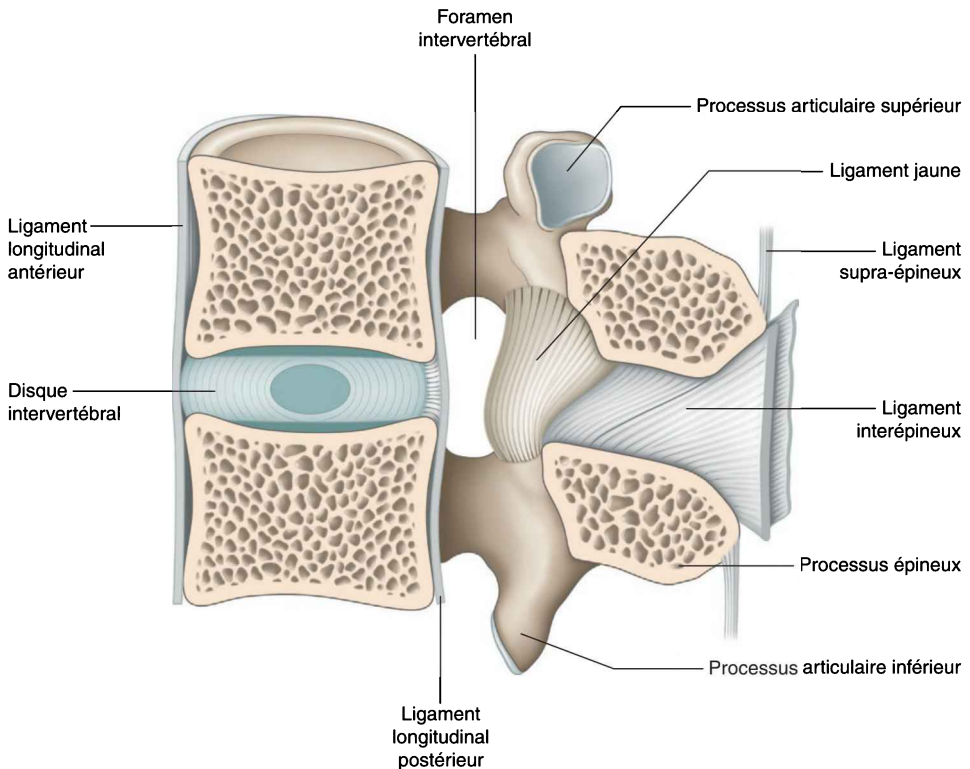


Figure 1.15 DIV lombaire.

Source : Eléonore Lamoglia.

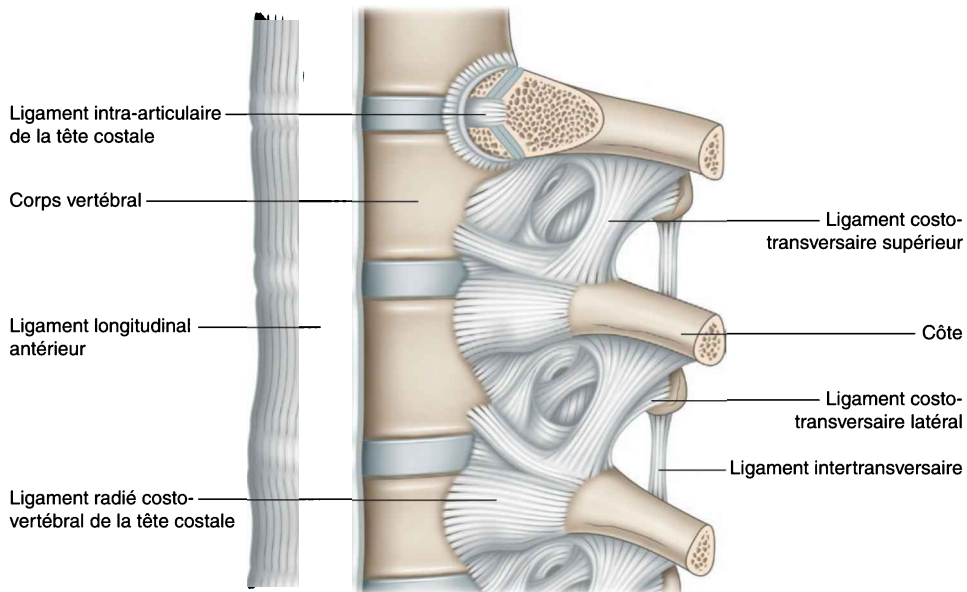


Figure 1.16 DIV thoracique.

Source : Eléonore Lamoglia.

C'est un disque plus plat et plus étroit que les disques cervicaux ou lombaires. Sa taille diminue légèrement entre T1 et T4-T5 (Testut, 1948, Sappey) puis croît ensuite très graduellement vers la partie inférieure du rachis thoracique.

Le NP est plus petit qu'aux autres niveaux rachidiens. Il occupe une position plus centrale dans l'AF et présente un moindre degré de gonflement (Zaki, 1973).

Anatomiquement, l'*annulus fibrosus* thoracique est connecté bilatéralement avec la paire de côtes située à son niveau par l'entremise du ligament interosseux (figure 1.16).

Disque intervertébral cervical

Le DIV cervical est fonctionnellement et morphologiquement très différent du DIV lombaire. Même si certaines études soulignent cette différence, la plupart des textes cliniques et anatomiques le concernant ne contiennent pourtant qu'une extrapolation des données obtenues sur les disques de la colonne lombaire.

La présence des articulations unco-vertébrales est mentionnée par certains auteurs. Cependant, leur effet sur la morphologie du

disque n'est généralement pas pris en compte, à l'exception de la présence de fissures dans le DIV cervical.

Pourtant, les DIV cervicaux se démarquent nettement des DIV lombaires, ce qui n'est pas surprenant lorsque l'on est attaché aux relations qui lient la structure et la fonction. Le programme moteur de la colonne lombaire étant différent du programme moteur cervical, il est assez logique que des adaptations segmentaires aient aussi vu le jour au niveau discal (figure 1.17).

Nucléus pulposus

Taylor (1974), cité par Mercer et Jull (Mercer & Jull, 1996), a montré qu'à la naissance, le *nucléus pulposus* cervical n'occupe pas plus de 25 % du volume total du disque, très loin des 50 % au niveau lombaire ! Le NP cervical se situe très légèrement en arrière du centre du disque.

Le noyau pulpeux gélatineux que l'on associe généralement à la colonne lombaire adulte n'est pas une caractéristique que l'on retrouve au niveau du noyau pulpeux cervical chez l'adulte. Dès le milieu de l'adolescence, le noyau pulpeux gélatineux est progressivement remplacé par un

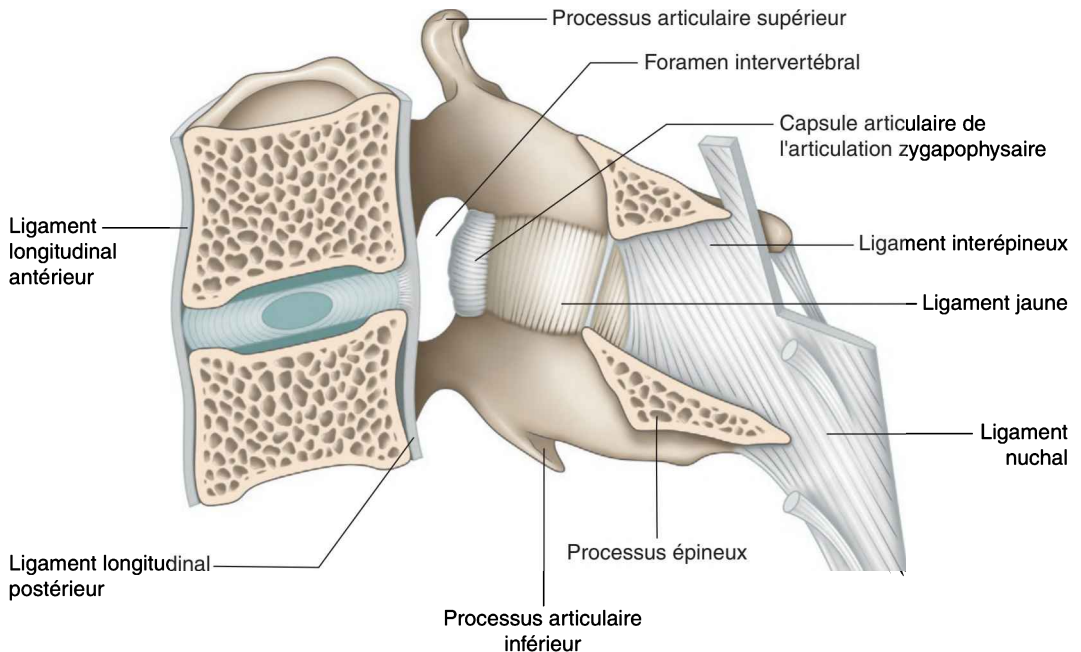


Figure 1.17 DIV cervical.

Source : Éléonore Lamoglia.

fibrocartilage et par des fibres de collagène. À partir de l'âge de 30 ans, le NP cervical serait déshydraté (Tondury, 1972) et deviendrait très difficile à distinguer.

Une étude, réalisée sur 171 colonnes cervicales en 1955 (Bland & Boushey, 1990), a établi qu'après l'âge de 40 ans, il était impossible de hernier le *nucléus pulposus* cervical, tout simplement parce qu'il n'y en avait pas ! Les auteurs de cette étude ont également décrit le disque cervical adulte comme étant composé de fibrocartilage, d'îlots de cartilage hyalin et de tissus de type tendineux.

Première spécificité, le *nucléus pulposus* cervical adulte s'apparente à un coussin fibrocartilagineux ferme.

Annulus fibrosus

Dans une excellente étude de microdissection, Mercer et Bogduk (Mercer, Bogduk & Taylor, 1999) ont montré plusieurs particularités de l'*annulus* du DIV cervical.

L'anneau fibreux du DIV cervical ne se compose pas de lamelles concentriques de fibres de collagène comme dans les disques lombaires. En fait, c'est une masse de collagène, en forme de croissant, épaisse en avant et se rétrécissant latéralement vers les processus unciformes.

Il est mécaniquement très faible dans sa partie postérieure où il n'est représenté que par une mince couche de fibres paramédianes, orientées verticalement.

C'est le ligament longitudinal postérieur qui compense cette déficience de la partie postérieure de l'anneau fibreux, avec ses fibres longitudinales et alaires.

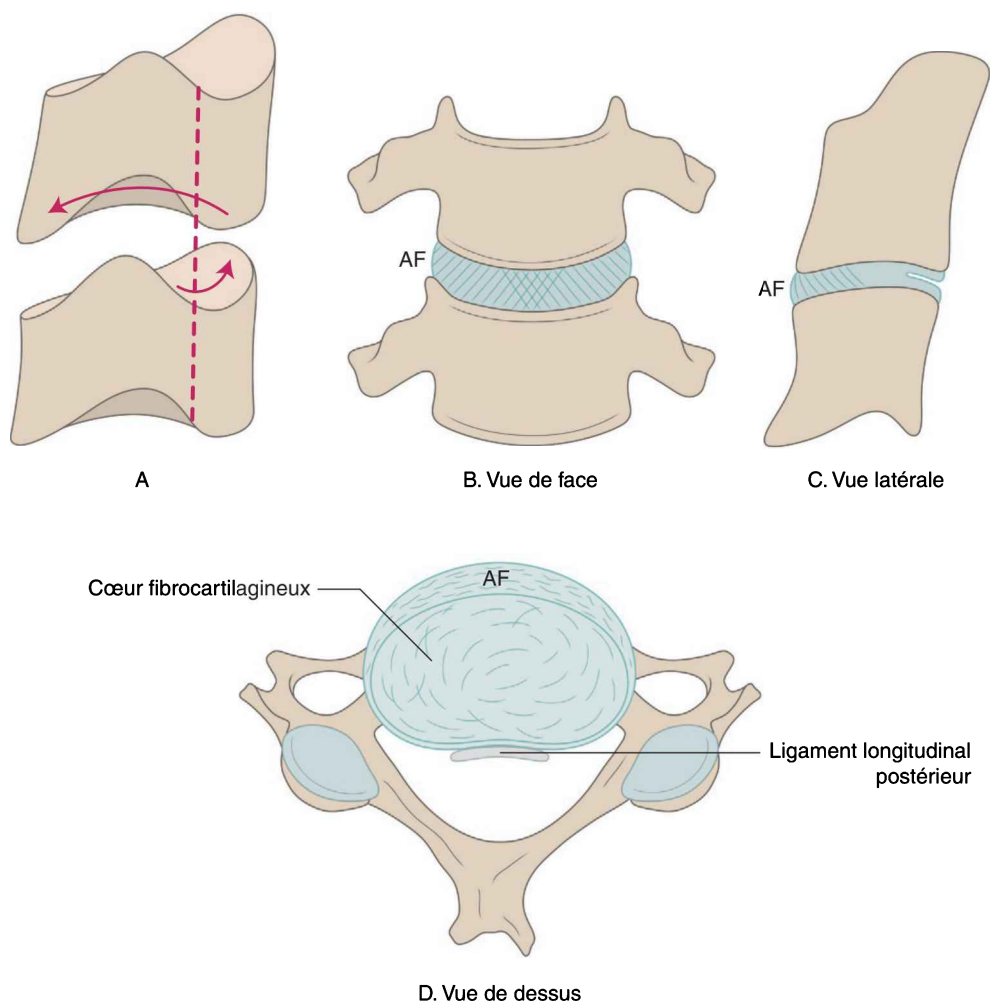
L'AF cervical ne présente pas d'alternance de couches collagéniques à orientation croisée. Seule la partie antérieure de l'*annulus* présente un croisement de fibres légèrement obliques.

Dans sa partie postérieure, les fibres de l'*annulus* sont verticales.

En regard des articulations unco-vertébrales, l'*annulus* est absent. Vers 15 ans, les fibres collagéniques y sont déjà rompues (Hirsch, 1972) et

laissent place à des fentes qui s'étendent progressivement vers l'arrière du disque. Cette rupture de fibres a pu être observée plus précocement, vers 9 ans (Tondury, 1972) et même vers 7 ans (Hirsch et al., 1967). Plus qu'un changement lié à l'âge, ces ruptures de fibres ont été rattachées aux mouvements de rotation des vertèbres cervicales.

Deuxième spécificité, selon les conclusions de cette étude, en raison de son architecture en trois dimensions, l'*annulus fibrosus* cervical devrait être considéré comme un ligament interosseux semi-lunaire antérieur plutôt que comme un anneau de fibres entourant le noyau pulpeux (figure 1.18).



D'après Mercer et Bogduk

Figure 1.18 AF cervical.
Source : Eléonore Lamoglia.

Évolution et maturation du disque intervertébral

L'architecture discale évolue avec le temps. Le volume et la forme du disque changent aussi au cours du développement du squelette. Le DIV est le siège d'une maturation progressive pendant la croissance, jusqu'à l'âge adulte. Même après la maturité squelettique, il continue à évoluer.

La maturation des disques intervertébraux correspond à une adaptation tissulaire à la croissance et aux contraintes mécaniques externes, indépendamment du code génétique comme d'autres structures de l'appareil locomoteur (Tardieu, 2012). Par exemple, certaines modifications ont des conséquences discales qui ne dépendent pas de la génétique :

- régression de la vascularisation discale avec passage d'un métabolisme aérobie à un métabolisme anaérobie ;
- changement de la structure des disques lié au passage de la position quadrupédique à la station debout ;
- changement de type cellulaire du *nucléus* lié à l'augmentation des contraintes en compression ;
- changement de forme des plateaux vertébraux, passant de convexes à concaves entre l'âge de 2 et 7 ans, lié au développement des courbures rachidiennes et à l'acquisition de la marche et de la course.

Pour approcher les remaniements architecturaux progressifs du disque, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) est la technique de choix, aucune autre technique d'imagerie ne peut rivaliser avec elle.

Embryologie

Le développement du DIV, des vertèbres et des muscles rachidiens débute très tôt au cours de la vie intra-utérine. Tous ces éléments dérivent du chordo-mésoblaste, situé entre l'ectoblaste et l'entoblaste.

La segmentation de l'embryon, qui est à l'origine de la métamérisation et de la formation du squelette axial, s'effectue dans le sens cranio-caudal et débute vers le vingtième jour de vie intra-utérine. Ce phénomène aboutit à la création

de 42 à 44 paires de somites à la fin de la cinquième semaine de vie intra-utérine.

Chaque somite se creuse d'une cavité centrale (myocèle), qui délimite ainsi deux parties :

- dorsolatérale ou dermatomyotome, qui donnera le tissu sous-cutané et les muscles ;
- ventromédiale ou sclérotome, qui va migrer autour de la notochorde pour former une colonne longitudinale dense (figure 1.19). Cette colonne est segmentée : elle est constituée de blocs de sclérotome séparés par des zones moins denses.

Au total :

- chaque segment se compose d'une paire de somites, d'une paire de nerfs rachidiens et d'un bloc de sclérotome ;
- entre les segments, on trouve une paire de petites artères, détachées de l'aorte dorsale.

La moitié caudale de chaque bloc de sclérotome prolifère électivement et rejoint la partie crâniale du sclérotome sous-jacent, formant ainsi l'ébauche d'un corps vertébral précartilagineux.

La bande la plus inférieure de la moitié crâniale du sclérotome donne le disque intervertébral.

La notochorde régresse au niveau des corps vertébraux lors de leur différenciation cartilagineuse puis osseuse. Inversement, elle s'élargit et se développe au niveau du disque où elle devient le NP, seul vestige chordal persistant après la naissance (figure 1.20).

On constate ainsi que :

- le corps vertébral a une origine intersegmentaire (position intermyotomale) ;
- la musculature para-axiale, dérivée des somites, reste segmentaire. Elle passe en pont d'une vertèbre à l'autre, permettant la mobilité et la flexibilité au rachis ;
- les nerfs spinaux restent eux aussi segmentaires, sortant du canal rachidien par les foramens intervertébraux ;
- la vascularisation vertébrale est intersegmentaire, les vaisseaux pénétrant majoritairement au niveau de l'équateur de chaque corps vertébral.

Note clinique

L'AF et les PCV ont une origine embryologique commune : le mésoderme. Le NP dérive pour sa part de la notochorde, dont il demeure le seul vestige après la naissance.

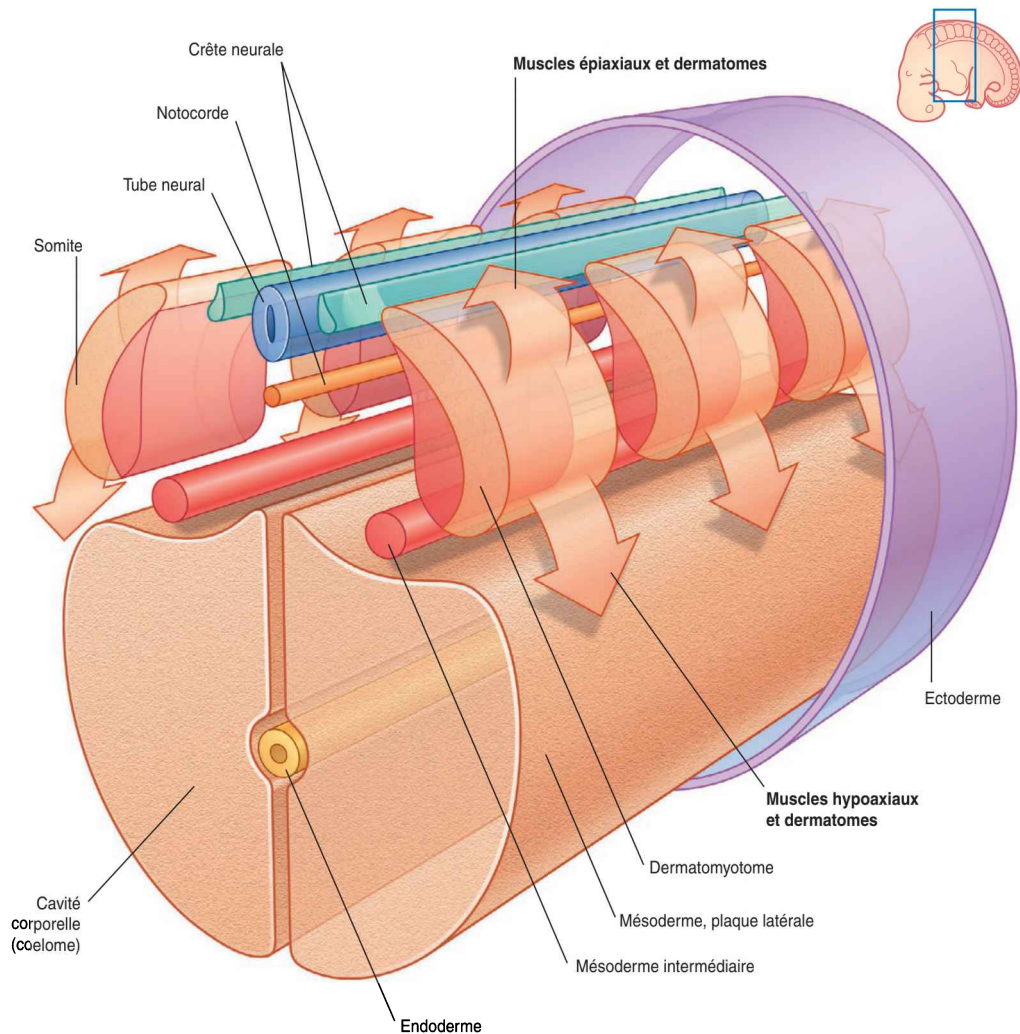


Figure 1.19 Segmentation de l'embryon.

Source : extrait de Gray's Anatomie pour les étudiants / 3^{ème} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, fig. 1.35. Copyright 2015 avec l'autorisation d'Elsevier.

Gènes ou contraintes ?

Le phénomène de segmentation vertébrale est sous le contrôle des gènes. Les lamelles du disque embryonnaire sont déjà orientées comme celles de l'adulte et dépendraient de cette même programmation génétique.

Cependant, le fœtus effectue des mouvements et, bien qu'étant situé dans un milieu liquidien, il est déjà soumis à la gravité dans le ventre de sa mère.

Il paraît difficile de conclure à l'exclusivité du rôle génétique, les contraintes pourraient aussi activer les gènes. Les deux phénomènes cohabitent très probablement, agissant à des étapes charnières du développement.

Nouveau-nés

Selon Cotten et Demondion (Cotten & Demondion, 2000), chez le nouveau-né, sur des coupes anatomiques, trois structures anatomiques

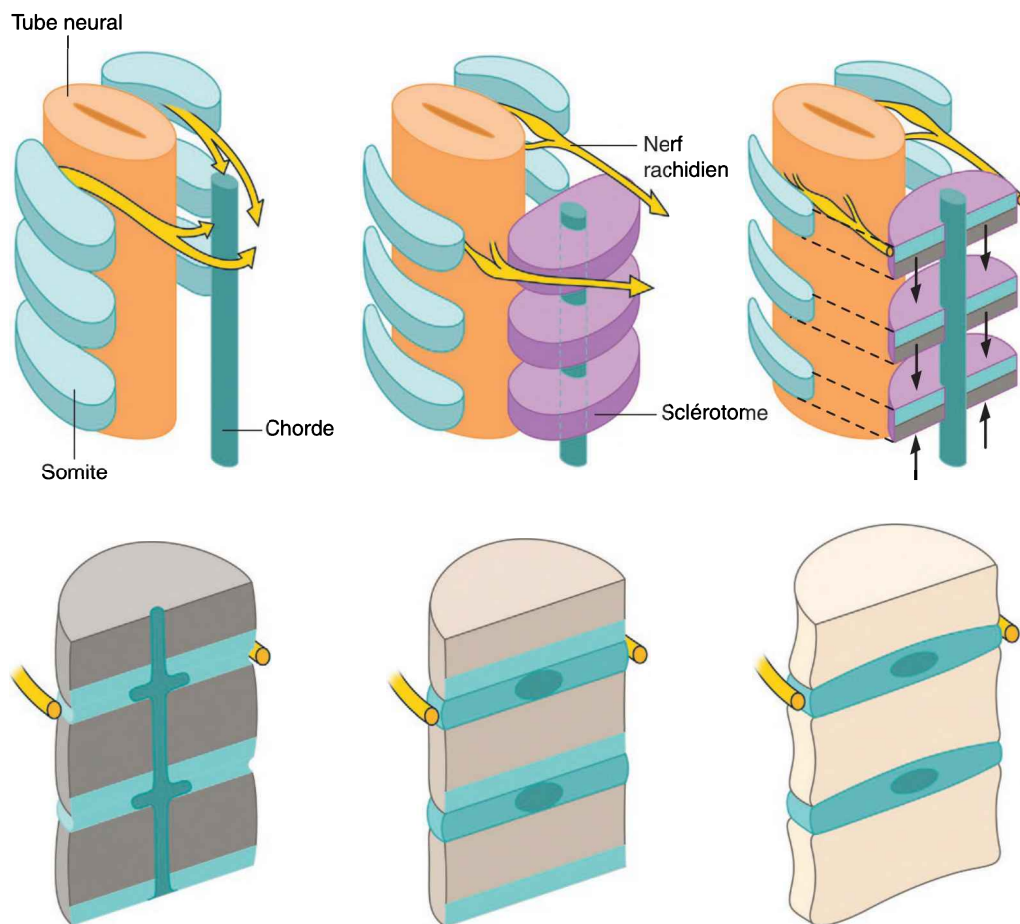


Figure 1.20 Embryogénèse discale.

Source : Eléonore Lamoglia.

sont nettement individualisées au sein des disques intervertébraux :

- le *nucléus pulposus*, brillant et translucide, qui contient une substance mucoïde abondante constituée de collections de cellules notochordales. Il occupe une position centrale au sein du disque ;
- l'*annulus fibrosus* central, situé à son contact, qui est légèrement plus sombre ;
- l'*annulus fibrosus* périphérique, qui est constitué de lamelles noires fibreuses compactes, les fibres de Sharpey, qui s'ancrent dans la périphérie des plateaux vertébraux.

Après la naissance, le disque se développe rapidement en hauteur et en diamètre pour maintenir le rythme de croissance de la colonne vertébrale.

Ce type de disque correspond au type « immature », également dénommé type I.

Enfants-adolescents

Pendant la croissance squelettique, le volume du disque augmente considérablement, augmentant ainsi la distance entre les régions centrales du disque et les vaisseaux sanguins périphériques. Simultanément, les vaisseaux sanguins de l'AF et des PCV réduisent en nombre et en calibre (Buckwalter, 1998).

Dans le même temps, le nombre de cellules notochordales diminue et des cellules de type chondrocytaire apparaissent dans les régions

centrales du disque. Pour certains auteurs, après l'âge de 4 ans, aucune cellule de la notocorde ne subsisterait. Pour d'autres, certaines cellules notochordales se retrouveraient jusqu'à l'âge de 16 ans.

Les cellules du *nucléus pulposus* à partir de l'âge de 4 ans proviennent d'une migration des chondrocytes de la plaque cartilagineuse et des cellules restantes de la notochorde (Clouet, 2010, Rannou, 2004).

De ce fait, chez l'enfant, le *nucléus pulposus* perd progressivement son aspect translucide en raison du développement de fibres de collagène en son sein et, à son contact, dans l'*annulus fibrosus* central.

Ces fibres entraînent une indentation progressive du *nucléus pulposus* et une perte de la différenciation entre ces deux structures.

Ce type de disque correspond au type « transitionnel » ou type II (Sether et al., 1988).

Selon Cotten et Demondion (2000), le siège préférentiel du développement des fibres de l'*annulus fibrosus* central et la situation du *nucléus pulposus* au sein des disques sont directement influencés par la courbure rachidienne. Selon ces mêmes auteurs, au niveau du rachis lombaire supérieur, le développement des fibres est essentiellement antérieur et le *nucléus pulposus* est de localisation plutôt postérieure. C'est habituellement l'inverse au niveau du rachis lombaire inférieur.

Note clinique

Protégeons le rachis des enfants et des adolescents

Il est utile de proposer des activités physiques variées aux enfants, mais en essayant de diminuer le risque de traumatisme sur le rachis. Par exemple, privilégier le judo au sol plutôt que les projections répétitives. Le rachis d'un enfant n'est pas le même que celui d'un adulte, il est en cours de constitution, de maturation. Nous conseillons aux parents de consulter un ostéopathe tous les six mois chez les enfants en croissance.

Des douleurs rachidiennes chez un enfant ne sont pas normales. Il est parfois nécessaire de réaliser, chez eux, un bilan radiologique et d'obtenir l'avis d'un spécialiste en plus de nos consultations.

Adultes

Les changements de volume et de forme qui se produisent après la maturité squelettique varient selon les individus et selon les disques.

Malheureusement, ces changements ne sont pas bien définis, ni corrélés avec des modifications de structure ou de composition du tissu discal. Cependant, les altérations primaires de volume et de forme du disque qui se produisent avec le vieillissement se caractérisent par une diminution de la taille du disque :

- parfois avec une saillie de la partie centrale du disque dans le corps vertébral ;
- d'autres fois avec une réduction de la hauteur de l'espace intervertébral ou bombement de l'*annulus*.

Le DIV entame un processus naturel de vieillissement dès l'âge de 20 ans (Rannou, 2004), avec notamment une diminution progressive de la teneur en eau du *nucléus pulposus*. S'ensuit une dégradation progressive du DIV qui, en se déshydratant, perd ses qualités d'amortissement mécanique.

Chez l'adulte, le *nucléus pulposus* est solide, opaque, fibreux et ne contient généralement plus de cellules notochordales. Il n'est plus clairement démarqué de l'*annulus fibrosus*. Avec le vieillissement, les limites entre AF et NP deviennent de plus en plus floues.

Ce type de disque est dit de type « adulte » ou de type III (Sether et al., 1988). Il est surtout observé après l'âge de 30 ans.

L'équateur des disques présente, en outre, un tissu fibreux plus dense que celui observé au contact des plateaux vertébraux, probablement en réaction aux microtraumatismes quotidiens (Yu et al., 1989). D'autres auteurs ont mis en évidence une plicature en dedans des lamelles de collagène de cette région (Schiebler, 1991).

Avec le temps, il se produit également des modifications des lamelles de l'*annulus* :

- réduction du nombre de couches ;
- augmentation de l'épaisseur de chaque couche.

Personnes âgées

À l'âge adulte, toute la partie du disque située à l'intérieur des lamelles de l'anneau externe se

transforme en une plaque de fibrocartilage qui contient généralement des fissures et des zones de tissu conjonctif myxoïde .

Bien que la région du *nucléus* puisse être d'un diamètre plus petit et comporter moins de fibrilles de collagène dense, à l'examen macroscopique, il peut être difficile, sinon impossible, de distinguer l'*annulus* interne du *nucléus pulposus*.

La déshydratation est un phénomène important de l'évolution discale dans le temps. La zone centrale perd de son eau et le substrat fibrillaire devient moins souple. Il en résulte une perte de hauteur du DIV qui explique, pour partie, la diminution sensible de la taille chez les sujets très âgés.

Dans la partie centrale du disque, peu de cellules viables subsistent. La hauteur du disque diminuant, des fissures et des fentes importantes peuvent se développer dans cette zone.

Note clinique

Fissures discales

Selon Cotten et Demondion (2000), des fissures peuvent être observées au sein des disques intervertébraux sans que l'on puisse les rattacher à une dégénérescence discale. Ces fissures sont de deux types :

- les fissures concentriques, cavités en « croissant », sont situées entre deux lamelles de l'*annulus fibrosus*. Elles sont secondaires à une rupture localisée des fibres transverses qui connectent les lamelles de l'*annulus fibrosus* entre elles, sans rupture des fibres des lamelles elles-mêmes. Elles peuvent être observées sur des disques de type transitionnel (enfant-adolescent), mais elles sont plus fréquentes sur les disques de type adulte ;
- les fissures transversales correspondent à la désinsertion des fibres de Sharpey en regard du listel marginal et sont fréquemment observées sur les disques de type adulte (Yu et al., 1988).

La signification clinique de ces deux types de fissures est incertaine, mais leur fréquence sur des disques non dégénérés les a fait considérer comme :

- des lésions non significatives (Yu, Haughton, Sether et al., 1989 ; Yu et al., 1988) ;
- pouvant diminuer la résistance du disque à la compression et par conséquent susceptibles de favoriser la survenue de fissures radiaires ;
- des causes de mobilité discale anormale (Resnick, 1995).

De petites fissures peuvent également se développer au sein du *nucléus pulposus* ou près des plateaux. Elles sont souvent difficiles à détecter en IRM.

Dégénérescence

La croyance souvent bien ancrée que la dégénérescence du disque résulte de son vieillissement n'est pas justifiée. Tous les disques vieillissent, mais tous ne dégénèrent pas !

Le vieillissement discal est d'intensité variable selon les sujets et selon le niveau vertébral. Il est à l'origine d'une dégradation trophique du disque, qui peut favoriser la dégénérescence mais ne suffit pas à la créer.

La limite entre la sénescence (vieillesse) et la dégénérescence du DIV est un grand sujet de discussion au sein de la communauté scientifique. Si les deux processus ont en commun certaines modifications structurales comparables, il semble que le délai d'apparition de ces modifications soit le paramètre qui permette de distinguer le vieillissement de la dégénérescence. Le processus de dégénérescence apparaît de façon accélérée. Il résulterait de réponses aberrantes des cellules discales à des phénomènes traumatiques et/ou inflammatoires. Le vieillissement correspond à un processus naturel d'évolution du DIV beaucoup plus progressif (Clouet, 2010).

Soulignons que le disque intervertébral peut commencer à dégénérer bien plus tôt que les autres tissus musculo-squelettiques. Certaines études ont montré que de légers signes de dégénérescence pouvaient déjà être observés entre 11 et 16 ans (Maniadakis & Gray, 2000).

Nous verrons les mécanismes de dégénérescence plus en détail dans les chapitres sur le disque pathologique.

² Adjectif qualifiant les tissus conjonctifs tumoraux ou non tumoraux, riches en mucosubstances et qui ont macroscopiquement un aspect gélatineux.

Vascularisation et nutrition discale

Le disque est souvent désigné comme la plus grosse structure avasculaire chez l'adulte (Urban, Smith & Fairbank, 2004). Pourtant, c'est un tissu bien vivant, dans lequel des cellules tentent de renouveler une importante matrice extracellulaire (Hamel et al., 2013).

Le DIV de l'adulte possède deux voies nutritives principales :

- une voie anatomique, par la présence de quelques vaisseaux discaux périphériques ;
- une voie fonctionnelle, par diffusion et convection depuis les corps vertébraux, au travers des PCV.

Voie anatomique : vaisseaux discaux

Chez l'enfant, du fait des nécessités de la croissance, la vascularisation du disque est très abondante. Les vaisseaux provenant du corps vertébral se poursuivent à l'intérieur du disque (Testut, 1948). Il existerait aussi des lymphatiques (Rouvière, 2002).

Chez l'adolescent, le système vasculaire discal régresse progressivement (Testut, 1948).

Chez l'adulte, seule la partie la plus externe de l'anneau fibreux est vascularisée par des capillaires

qui pénètrent sur quelques millimètres. Au niveau lombaire, ce sont des branches des artères lombales, situées un peu à distance des DIV.

Ces vaisseaux courts nourrissent les lamelles périphériques de l'AF, les ligaments et les tissus mous voisins (Bibby et al., 2001). Ainsi, certaines cellules des disques lombaires peuvent se trouver à plus de 8 mm de distance du vaisseau le plus proche.

La raison de cette régression de la vascularisation dans le DIV mature est à relier aux fortes pressions auxquelles le DIV est soumis. Selon Rabischong et Louis (1978), ces pressions excluent la possibilité « de canaux souples qui ne sauraient maintenir un coussin liquide ».

Voie fonctionnelle : échanges disco-corporaux

La nutrition de la majeure partie du disque repose sur un système d'échanges entre le corps vertébral et la partie centrale du disque. Il permet d'apporter au DIV les nutriments nécessaires à son fonctionnement cellulaire et d'évacuer les déchets liés à ce fonctionnement.

De ce fait, d'un point de vue fonctionnel, chez l'adulte, c'est la vascularisation du corps vertébral qui est de la plus haute importance pour la trophicité discale. Nous reviendrons sur ces dispositifs vasculaires dans le chapitre 6.

Métabolisme et nutrition discale

La voie fonctionnelle est essentielle pour la nutrition du NP et des fibres internes de l'AF. Elle repose sur un système semi-perméable formé par les plateaux vertébraux et les PCV. Au contact des PCV, les terminaisons capillaires sont plus nombreuses et présentent de multiples boucles en regard du NP. Ce dispositif crée une surface d'échanges plus importante. Selon Hamel, la porosité des PCV est liée aux protéoglycanes qu'elles contiennent. Elles joueraient le rôle d'une « barrière hémato-discale ».

Entre le milieu intra-discal et le plasma sanguin contenu dans le corps vertébral, il existe des différences de :

- pression hydrostatique ;
- concentration des solutés ;
- potentiel électrique.

Selon Étienne (2013), la nutrition du disque repose sur les échanges liés à ces phénomènes physiques, chimiques et électriques. Elle dépend essentiellement de trois phénomènes :

- un phénomène de convection, lié au gradient entre la pression intradiscale et la pression qui règne à l'intérieur du riche système veineux dans l'os spongieux corporel. Dépendante de la charge qui s'applique sur le disque, la pression discale varie en fonction des postures et des gestes. Elle est maximale en position assise ou lorsque l'on soulève des charges en étant penché en avant ;
- un phénomène de diffusion, lié aux différences de pression osmotique entre le *nucleus* et le lit vasculaire dans le corps vertébral. Il permet une sorte de « pompage » de l'eau et des autres solutés, qui tend à équilibrer les concentrations entre les DIV et le corps vertébral ;
- un phénomène d'électrophorèse : « Physiologiquement, le disque n'est pas soumis à un potentiel électrique extérieur. Cependant, lorsqu'il y a une distribution de charges dans un milieu, une différence de potentiel électrique existe. Les cations migrent de l'endroit où le potentiel électrique est le plus élevé vers l'endroit où le potentiel est

le plus bas. En revanche, la migration des anions se fait dans le sens contraire. Le solvant est entraîné par le mouvement de ces charges. Ce phénomène s'appelle l'électro-osmose» (Étienne, 2013).

Bien que le flux convectif puisse améliorer le transport des grosses molécules, de nombreuses études théoriques et expérimentales ont montré que le mouvement des petits solutés, tels que le glucose et l'oxygène, se fait majoritairement par diffusion plutôt que par convection (Grunhagen et al., 2011 ; Grunhagen et al., 2006). Il se développe de forts gradients des différents nutriments et métabolites. Au centre du disque règne une faible concentration d'oxygène et de glucose et une forte concentration d'acide lactique, qui créent localement un pH acide.

Parallèlement, le disque suit un rythme circadien, avec une pression faible pendant le repos nocturne et des fortes pressions dans la journée, variant suivant les activités (Nachemson, 1960), ce qui organise des mouvements convectifs. Ainsi, 25 % des fluides sont chassés du disque pendant les périodes d'activité et sont réabsorbés au cours du repos nocturne, ce qui peut créer des variations de taille de l'ordre de 1 à 2 cm.

Nutrition du disque : pompe physico-chimique

Sous l'effet de la gravité (forces de compression), les disques se déforment progressivement en perdant de

l'eau sur des durées plus longues. En effet, le rachis lombaire perd 13 % de la hauteur totale des disques au cours de la journée.

La quantité d'eau que nous perdons au cours de la journée ne reflète pas réellement ce qui se passe dans les disques intervertébraux. Le plus important est le flux d'eau qui rentre et qui sort du disque, car c'est lui qui assure la nutrition du disque et les qualités mécaniques des disques. Les mouvements du tronc engendrent des changements de pression intradiscale et rythment les mouvements d'eau. L'eau ne rentre pas seulement lorsqu'on se repose en position allongée.

Les activités physiques sont conseillées pour augmenter les flux d'eau dans le disque durant la journée.

La [figure 1.21](#) explique bien ce qui se passe dans le disque en fonction des différentes contraintes mécaniques exercées.

Les exercices de marche ou de course à pied ont un effet positif sur l'hydratation du disque, contrairement aux idées reçues. Il faut absolument conseiller des exercices avec impact dans les [discopathies](#). Pour un patient lombalgique, le seuil journalier à ne pas dépasser est de quatre heures pour la marche et de 45 minutes pour la course ([Delannoy, 2013](#)).

Effets intradiscaux des contraintes mécaniques statiques et dynamiques.

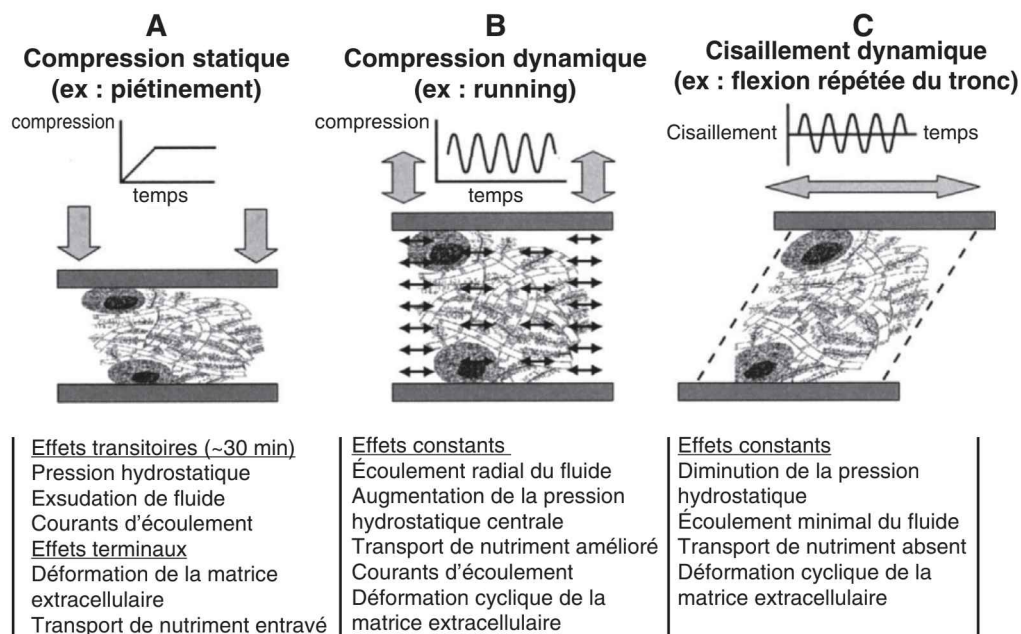


Figure 1.21 Nutrition du disque : pompe physico-chimique.

Source : Shear and Compression Differentially Regulate Clusters of Functionally Related Temporal Transcription Patterns . in Cartilage Tissue. Jonathan B. Fitzgerald et al. J. Biol. Chem. 2006 ; 281 : 24095-24103. The American Society for Biochemistry and Molecular Biology, Inc.

Note clinique

La perméabilité des PCV est un facteur crucial pour les échanges suivant la voie physiologique. Toutefois, leur perméabilité diminue avec l'âge, les traumatismes et la dégénérescence discale. Elles peuvent aussi se calcifier et voir leur perméabilité diminuer dans certaines pathologies comme la scoliose (Bibby et al., 2001).

Innervation discale

L'innervation des disques intervertébraux est plus importante durant les toutes premières années de la vie, moment où le disque est aussi le plus vascularisé. La vascularisation et l'innervation discales vont ensuite toutes deux diminuer et évoluer de façon parallèle (Roberts & Johnson, 2000). En effet, tout comme le système vasculaire, le système nerveux ne peut exister dans un compartiment soumis à des pressions aussi importantes.

De ce fait, à l'âge adulte, le disque intervertébral sain ne contient des fibres nerveuses qu'à sa périphérie, sur une épaisseur de quelques millimètres (Roberts & Johnson, 2000).

Les fibres nerveuses se disposent parallèlement aux fibres de collagène et cheminent entre les lamelles qui composent l'anneau fibreux. Certaines fibres nerveuses traversant ces lamelles ont parfois été observées (Ashton et al., 1994).

Ces fibres nerveuses se regroupent selon deux voies :

- un rameau ventral sympathique, qui rejoint la chaîne sympathique latéro-vertébrale ;
- un rameau dorsal, le nerf méningé ou nerf sinuvertébral.

Cependant, l'innervation périodiscale est complexe et constitue un réseau plexique aux nom-

breuses ramifications qui relie les territoires antérieurs et postérieurs.

Troncs sympathiques paravertébraux

Les troncs sympathiques paravertébraux innervent majoritairement :

- le ligament longitudinal antérieur ;
- la partie antérolatérale des disques intervertébraux.

Nerf sinuvertébral de Luschka

Le nerf sinuvertébral de Luschka ou nerf méningé résulte de la fusion d'un rameau issu de la branche antérieure du nerf rachidien et d'un autre nerf provenant du sympathique (figure 1.22).

C'est un nerf particulier qui contient un contingent sympathique et un contingent somatique. Il a un trajet récurrent, car après s'être formé en dehors du foramen intervertébral, il retourne dans la canal rachidien pour innerver les différentes structures qui y sont présentes :

- la dure-mère rachidienne ;
- la partie postérieure du disque intervertébral ;
- le ligament longitudinal postérieur.

Récepteurs

Les lamelles les plus périphériques de l'AF ainsi que les ligaments longitudinaux, antérieur et postérieur contiennent des mécanorécepteurs et des fibres nerveuses peu myélinisées de type récepteur interstitiel, classiquement associés aux messages nociceptifs (voir l'ouvrage *Nouvelle approche manipulative*, première partie « Arthrosystémique »).

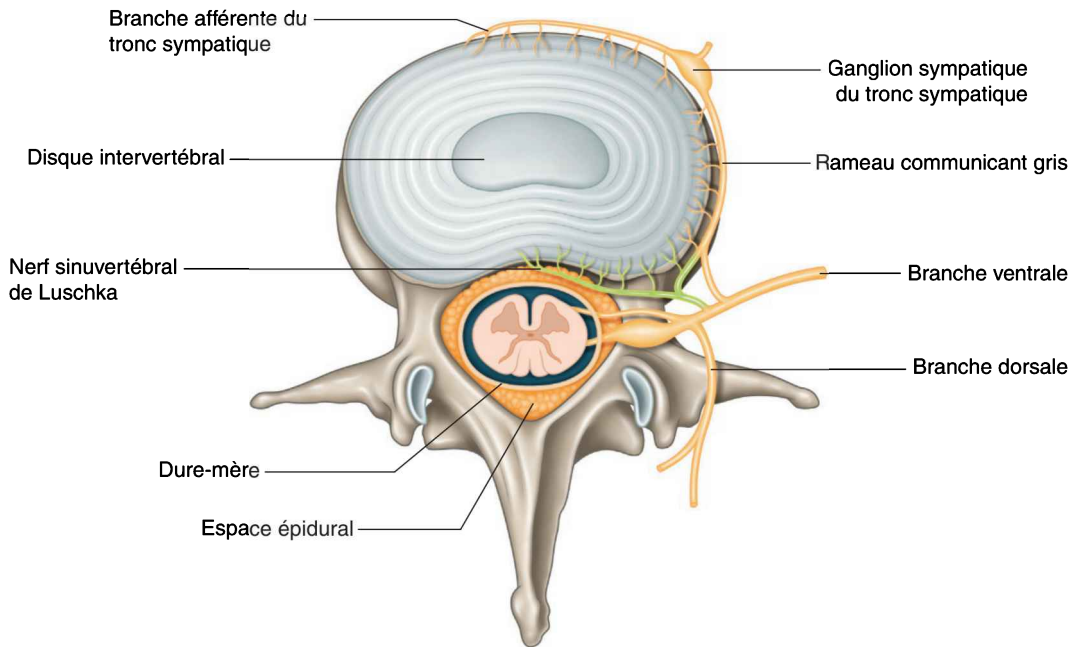


Figure 1.22 Nerf sinuvertébral de Luschka.

Source : Eléonore Lamoglia.

Spécificités lombaires

Nerf sinuvertébral lombaire

À l'étage lombaire, le nerf sinu-vertébral a une distribution ascendante et descendante. Les deux contingents de neurofibres participent à l'innervation du contenu du canal vertébral, mais ce sont surtout les fibres ascendantes qui fournissent des petites branches médianes se ramifiant sur le disque intervertébral (figure 1.23).

Les terminaisons nerveuses et les mécanorécepteurs sont généralement plus concentrés dans le segment dorsal du DIV et plus nombreux en L5-S1.

Racine L2

On sait maintenant que l'innervation des derniers disques lombaires, qu'elle soit sensitive ou sympathique, n'est pas uniquement segmentaire. Certaines expériences chez le rat, par exemple, ont montré que l'innervation du disque L5-L6 provenait des ganglions spinaux L1 et L2 et, pour l'innervation sympathique, des myélomères Th1-L2 (Suseki et al., 1998). Il existe d'autres arguments en faveur

d'une distribution non segmentaire de l'innervation des disques entre L4 et S1. On peut mentionner :

- chez l'homme, le soulagement de lombalgies discales par l'anesthésie de la racine L2 (Nakamura et al., 1996);
- chez le rat, l'extravasation plasmatique provoquée dans le dermatome L2 par la stimulation des derniers disques lombaires (Takahashi, 1993).

Il a été récemment découvert que chez l'Homme aussi, l'innervation des derniers disques intervertébraux lombaires montait dans la chaîne sympathique latérovertébrale puis pénétrait dans la moelle épinière par les ganglions de la racine dorsale de L1 et L2.

La compréhension « traditionnelle » des voies afférentes des derniers disques intervertébraux lombaires a longtemps prévalu. Le nerf sinuvertébral, mélange de neurofibres issues de la branche antérieure du nerf spinal et de la chaîne sympathique latérovertébrale, était considéré comme transmettant les informations afférentes (provenant par exemple du disque intervertébral L5 / S1) via cette même branche antérieure, directement dans la racine de la queue de cheval. (figure 1.24)

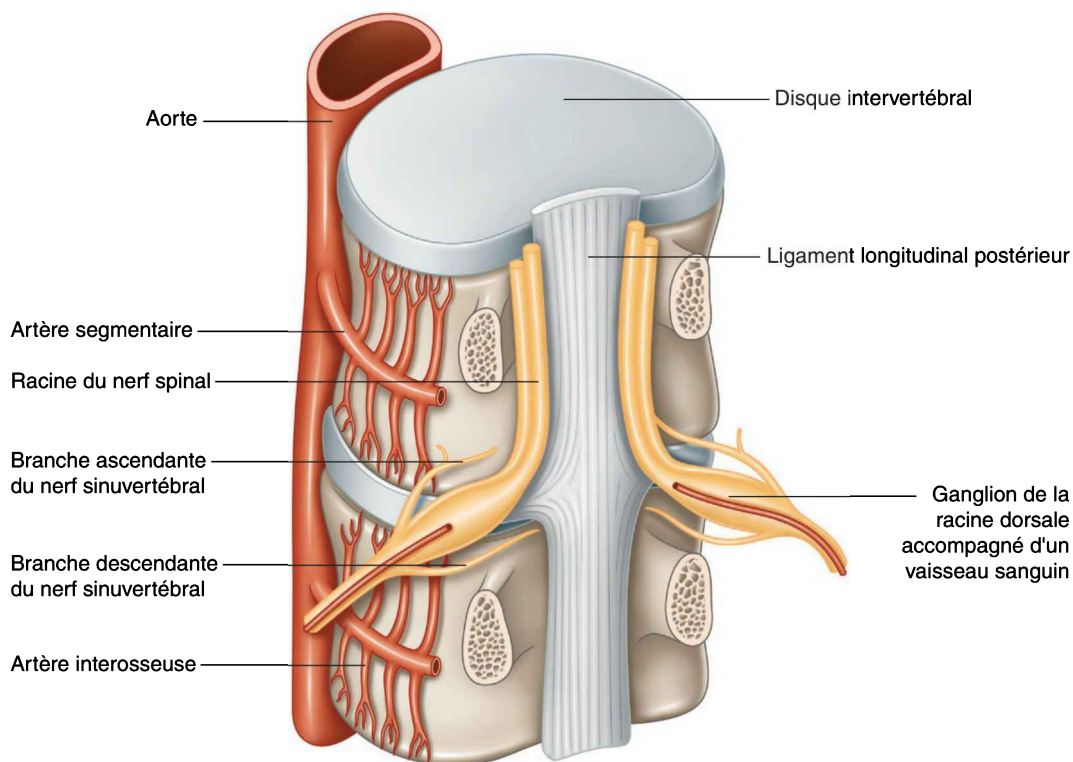


Figure 1.23 Nerf sinuvertébral lombaire.

Source : Éléonore Lamoglia.

Une conception « moderne », plus récente a établi que les afférences du nerf sinuvertébral voyageaient hors de la colonne vertébrale, le long des chaînes sympathiques latérovertébrales, avant de rejoindre le névraxe via les ganglions de la racine dorsale de L2 et plus accessoirement de L1. (figure 1.24)

Note clinique

Il est intéressant de noter que d'autres neurofibres de la branche dorsale du nerf spinal, véhiculant la sensibilité cutanée de la région inguinale, pénètrent également dans le névraxe à ces mêmes niveaux L1 et L2. Une douleur discogénique lombaire basse, par exemple lors d'une atteinte L5/S1, peut ainsi créer une douleur rapportée au niveau du pli de l'aîne.

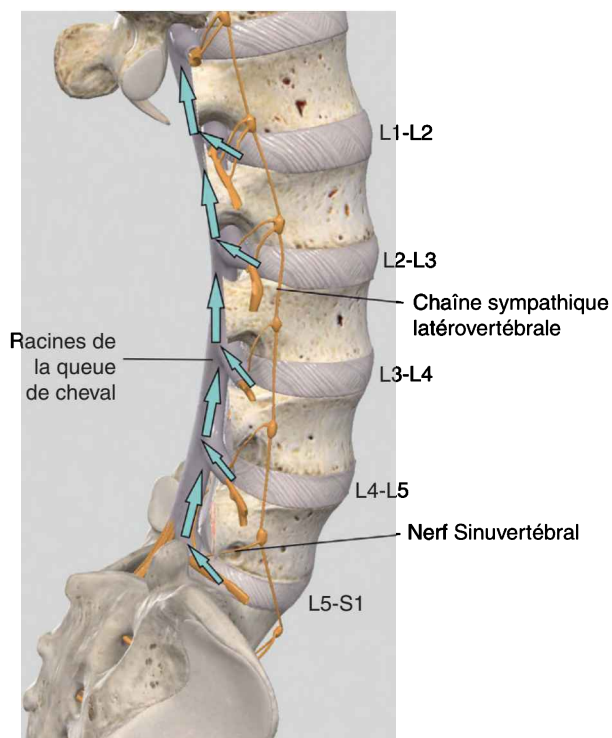
Spécificités cervicales

Au niveau des DIV cervicaux, les fibres nerveuses pénètrent majoritairement au niveau postérolatéral. Les fibres nerveuses parcourent le disque avec

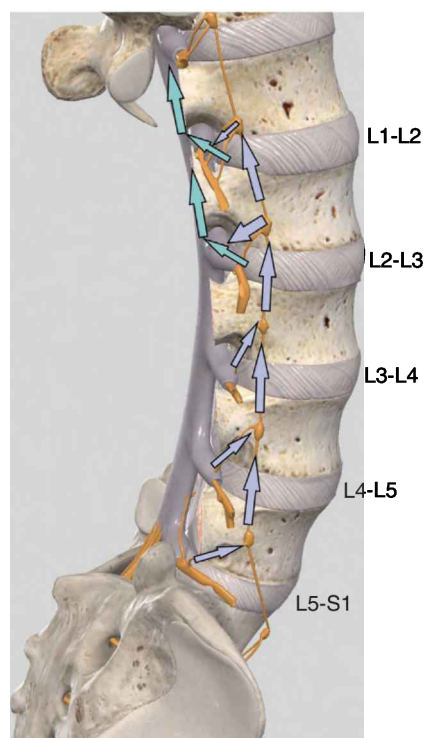
un trajet soit parallèle, soit perpendiculaire aux couches de fibres de l'AF.

Selon Mendel, Wink et Zimny (1992) :

- si toute la hauteur du disque est innervée, la concentration maximum de fibres est observée au niveau du tiers moyen du DIV ;
- c'est à la partie postérolatérale du tiers supérieur du DIV que l'on trouve une grande concentration de mécanorécepteurs, principalement à type de corpuscule de Paccini et d'organes tendineux de Golgi ;
- la concentration des éléments neurax dans le tiers moyen du DIV serait à même de fournir des informations sur les contraintes en compression et sur les déformations verticales du disque ;
- l'arrangement circonférentiel des fibres nerveuses et la localisation particulière des mécanorécepteurs pourrait informer sur les contraintes périphériques du disque ainsi que sur l'alignement vertébral (figure 1.25).



Conception « traditionnelle » des afférences discales lombaires basses



Conception « moderne » des afférences discales lombaires basses

Figure 1.24 Racine L2 Concepts.

Source : Alain Croibier.

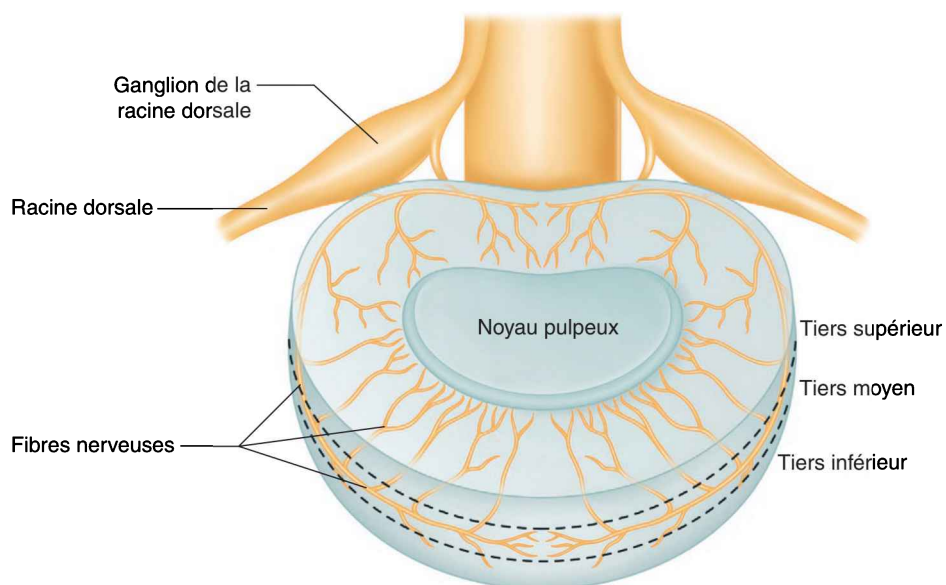


Figure 1.25 Innervation du DIV cervical.

Source : Eléonore Lamoglia.

Rapports neuro-vasculaires discaux

Les vertèbres, les disques et les ligaments délimitent des canaux rachidiens dans lesquels transitent et circulent des éléments neuraux et vasculaires.

Les disques intervertébraux par leurs faces postérieure et postérolatérale sont en rapport avec le canal rachidien et les foramens intervertébraux qui contiennent :

- la moelle ;
- les racines rachidiennes ;
- les artères et les veines intra ou péri-rachidiennes.

Une grande partie de la pathologie discale s'exprime par une symptomatologie directement en rapport avec les relations discales. Comme il est possible de le voir sur la [figure 1.26](#), les conflits discaux peuvent se résumer à trois directions principales. Ainsi, il nous paraît important de détailler :

- le canal rachidien ;
- le foramen intertransversaire ;
- le canal transversaire.

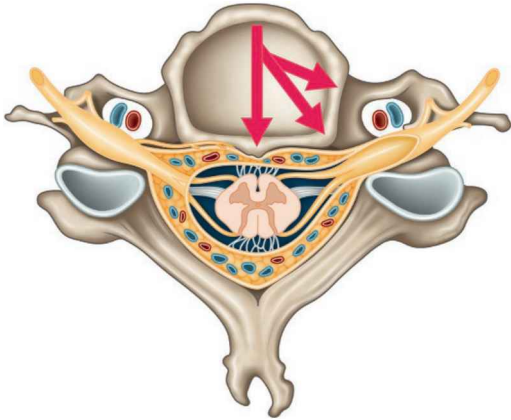


Figure 1.26 Rapports neurovasculaires discaux.

Source : Eléonore Lamoglia.

Canal rachidien

Le premier espace avec lequel le disque est en relation est le canal rachidien, encore appelé foramen vertébral ou canal vertébral.

Limites

- En haut, il communique avec la cavité crânienne par le foramen magnum de l'occipital.
- En bas, il s'effile et se termine au niveau du hiatus sacré, extrémité distale du canal sacré.
- En avant, il est limité par la face postérieure des corps vertébraux et des disques recouverts par le ligament longitudinal dorsal (LLD).
- En arrière, il est limité par les lames réunies par les ligaments jaunes. Les lames s'empilent « en tuile de toit » au niveau thoracique, mais laissent un espace entre elles aux niveaux cervical et lombaire.
- Latéralement, il est limité par l'alternance des pédicules et des foramens intervertébraux.

Dimensions, mesures

Le canal rachidien suit naturellement les courbures rachidiennes. Son diamètre varie beaucoup selon le segment considéré ; cliniquement, on considère deux directions de prise de mesures.

Pour la mesure dans le plan sagittal, on apprécie la distance antéro-postérieure médiane. Il existe deux niveaux où l'on peut l'effectuer :

- entre le mur postérieur et la réunion des lames et du processus épineux (ligne spino-lamaire), on a une distance osseuse relativement constante. Elle est constitutionnelle, puisque ses dimensions ne varient normalement plus après la fermeture du cartilage neuro-central qui marque la fin de la croissance du canal rachidien. C'est le diamètre sagittal médian fixe (DSMF). Si le mur vertébral postérieur recule, en cas de tumeur ou de fracture, c'est ce diamètre qui diminue ;

- entre la face postérieure du disque et le ligament jaune se trouve un segment déformable du canal rachidien. Ses dimensions varient suivant la position et les mouvements vertébraux, puisqu'il correspond au segment mobile de l'arthron. C'est le diamètre sagittal médian mobile (DSMM). En cas de pathologie dégénérative cervicale ou lombaire, c'est ce diamètre qui est le plus touché.

Pour la mesure dans le plan frontal, on considère le diamètre transversal (DT) ou dimension transversale, mesuré entre les pédicules (figure 1.27).

On considère que le diamètre antéro-postérieur minimum est de :

- 20 mm en moyenne pour le rachis cervical haut ;
- 12 mm pour le rachis cervical bas ;
- 10 mm pour le rachis thoracique ;
- 15 mm pour le rachis lombaire.

Il est aussi intéressant de considérer la surface du canal :

- large aux niveaux cervical et lombaire ;
- moindre au niveau thoracique, surtout restreinte au niveau de T9.

Dimeglio et Bonnel (1990) mentionnent que le canal de la vertèbre cervicale haute peut contenir le pouce, celui de la vertèbre lombaire ne peut contenir que l'index et celui de la vertèbre thoracique contient uniquement le petit doigt (figure 1.28).

Contenu

Le disque intervertébral n'est pas en relation directe avec le contenu du canal rachidien. Tous ses rapports postérieurs se font au travers du LLP et de l'espace épidual antérieur et latéral.

Le contenu du canal rachidien comprend des structures nerveuses, moelle spinale et racines rachidiennes, elles-mêmes contenues dans l'espace épidual rempli de graisse et de structures vasculaires intrarachidiennes.

Espace épidual

L'espace épidual est l'interface par laquelle se font tous les rapports discaux avec les éléments du

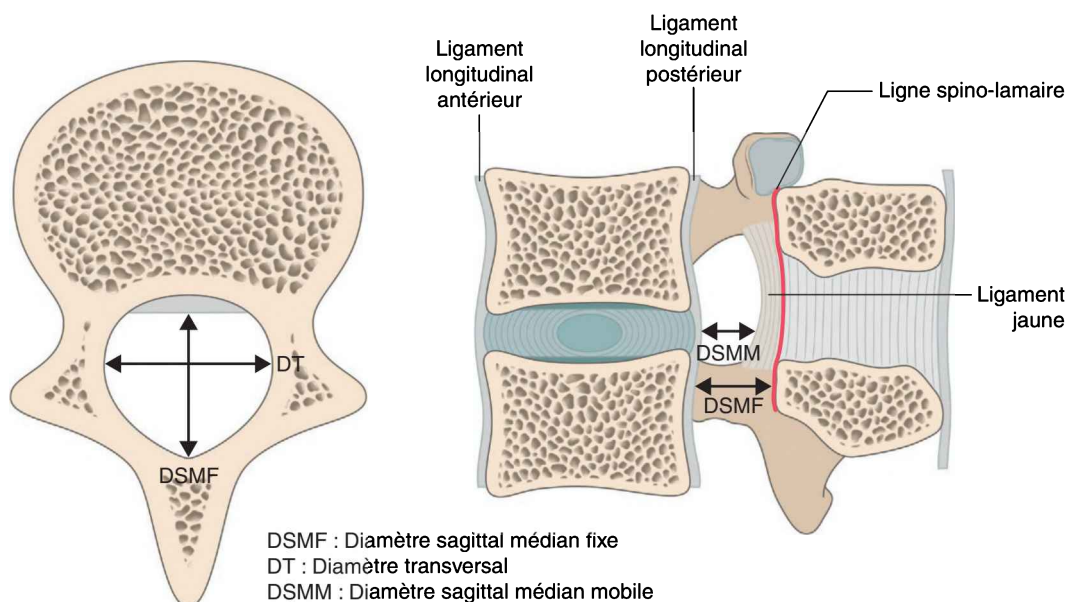


Figure 1.27 Diamètres rachidiens.

Source : Eléonore Lamoglia.

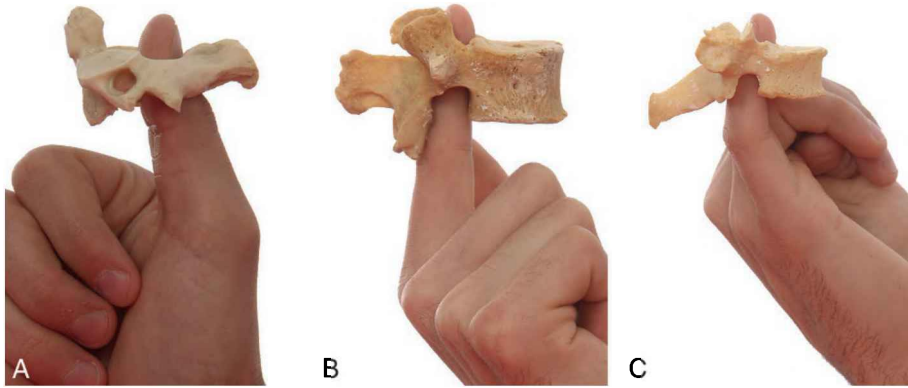


Figure 1.28 La règle des trois doigts de Dimeglio & Bonnel.

Source : Pierre-François Couderc.

contenu du canal vertébral. Anatomiquement, on le définit comme l'espace vasculo-graisseux situé entre le sac dural et les parois rachidiennes.

Cet espace s'étend depuis le foramen magnum en haut jusqu'à l'extrémité inférieure du canal vertébral en bas.

Sa forme varie avec les courbures vertébrales : il est plus développé en arrière dans les zones de lordose et plus développé en avant dans les cyphoses.

Il contient de la graisse semi-liquide, des lymphatiques, des artères, du tissu conjonctif aréolaire lâche et un vaste plexus veineux. Il forme une sorte de capiton pour la moelle spinale et les racines nerveuses dans le canal vertébral.

Ligaments de Hofmann

À la périphérie du canal vertébral, tous ces éléments sont contenus dans une série de compartiments discontinus, séparés par des zones où la dure-mère est soit au contact de la paroi du canal vertébral (Hogan, 1998), soit s'attache parfois sur le périoste par des expansions fibreuses appelées ligaments de Hofmann.

Une étude radio-anatomique concernant les ligaments de Hofmann a été réalisée au niveau lombo-sacré (Wiltse et al., 1993). Ces ligaments sont des structures segmentaires et paires, qui s'étendent du versant antérieur du sac dural à la couche superficielle du LLP. Leurs fibres sont obliques en direction crâniale et dorsale, orientation résultant de la croissance différentielle de la dure-mère et du rachis. Ces ligaments fixent la

dure-mère caudalement et à la paroi ventrale du canal rachidien. S'ils sont assez frêles au niveau de L5 et au-dessous, leur taille croît régulièrement en direction crâniale, pouvant atteindre 1 cm en L1.

Des tractus fibreux latéraux ou ligaments latéraux d'Hofmann fixent aussi la gaine durale des racines à la paroi antérieure du canal vertébral.

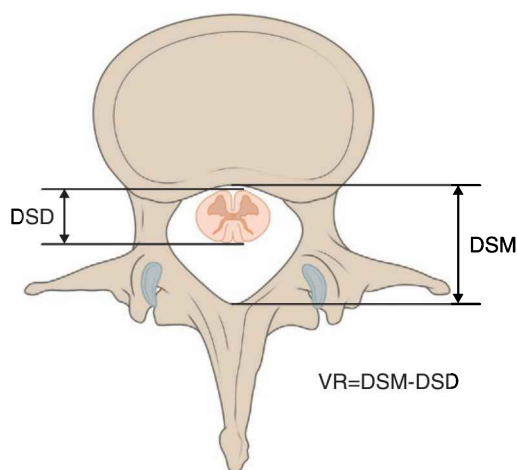
Notion de volume de réserve

C'est une notion qui concrétise les rapports plus ou moins contraignants entre le contenant vertébral et le contenu neuroméningé. Mieux connu depuis l'avènement de l'imagerie TDM ou IRM, le volume de réserve est une sorte d'espace de liberté pour le contenu neurologique du canal rachidien, qu'il s'agisse du fourreau duro-médullaire ou des racines nerveuses lombo-sacrées (figure 1.29).

Le volume de réserve est relativement important aux niveaux cervical et lombaire. En revanche, et même si la moelle spinale y est de petit diamètre, il est beaucoup plus restreint au niveau thoracique. C'est au niveau de T8-T9 qu'il est le plus faible. Une hernie discale ou une tumeur à ce niveau comprime très vite la moelle spinale. À l'inverse, au niveau de la région C1-C2, le volume de réserve représente pratiquement 1/3 du canal rachidien.

Pression négative

À l'exception de la région sacrée, l'espace épidual est réputé être le siège d'une pression négative (Fyeface-Ofan, 2012). L'importance et les rai-



DSD : Diamètre sagittal de la dure-mère

DSM : Diamètre sagittal médian

VR : Volume de réserve

Figure 1.29 Volume de réserve rachidien.

Source : Eléonore Lamoglia.

sons de cette pression négative restent des points de discussion considérables dans les études sur l'espace épidural. Si cette pression intracanaulaire est utilisée par les anesthésistes pour localiser l'espace épidural, elle ne semble ni fixe, ni uniforme.

Elle peut même être modulée par les mouvements de la colonne vertébrale : plus on augmente la flexion rachidienne et plus elle devient négative. À l'inverse, plus on va vers l'extension, plus elle tend à se positiver.

Graisse

La nature et la répartition de la graisse épidurale ont été bien étudiées en anesthésiologie. Il est maintenant établi que l'espace épidural contient une graisse semi-fluide, très vasculaire et dont la distribution le long du canal rachidien se fait toujours sur le même modèle.

Son abondance est variable en fonction du niveau rachidien :

- à l'étage cervical, la graisse épidurale est abondante au niveau C1-C2, de localisation antérolatérale, et peu abondante à l'étage cervical moyen et inférieur;
- à l'étage thoracique, elle est abondante au sein de l'espace épidural postérieur;
- à l'étage lombaire bas et sacré, elle est abondante dans l'espace épidural antérieur.

En cas de scoliose, la graisse peut être déplacée latéralement dans le canal et apparaître alors asymétrique sur les coupes axiales en imagerie (Holl et al., 2010).

Chez l'être humain adulte, la graisse épidurale présente également un motif métamérique particulier (Reina et al., 2006). Au sein d'un étage vertébral, la graisse épidurale se localise principalement dans le compartiment épidural postérieur et latéral au niveau du disque intervertébral où elle prend une forme de capsule triangulaire, reliée à la partie médiane du ligament jaune par un pédicule vasculaire.

Les fonctions de la graisse dans l'espace épidural sont multiples (Fyneyface-Ofan, 2012) :

- amortissement des mouvements pulsátiles du sac dural ;
- protection des structures nerveuses ;
- création d'un réservoir de substances lipophiles ;
- facilitation des mouvements du sac dural sur les parois du canal vertébral au cours des mouvements vertébraux.

Vaisseaux épiduraux

Les vaisseaux épiduraux sont plus nombreux dans le compartiment épidural antérieur que dans le compartiment épidural postérieur. Parmi ces vaisseaux, on distingue des artères et des veines à destination méningée, médullaire et vertébrale.

Les artères épidurales sont de petit calibre et non individualisables en imagerie sur les séquences standards.

Les veines sont de calibre plus important. Elles appartiennent aux plexus veineux vertébraux qui constituent le réseau de drainage veineux postérieur de l'organisme. Nous allons le détailler.

Plexus veineux vertébraux

Plexus veineux vertébral interne

L'espace épidural contient un riche réseau de veines anastomosées en plexus, qui courent longitudinalement tout le long du canal rachidien.

Ce système, nommé plexus veineux vertébral interne, se compose de plusieurs plexus veineux épiduraux, eux-mêmes constitués de plexus longitudinaux antérieurs et postérieurs :

- les plexus longitudinaux antérieurs sont les plus développés. Ils sont situés de part et d'autre du

ligament longitudinal postérieur et constituent de chaque côté deux plexus, l'un latéral, l'autre médial. Les deux voies se rapprochent au niveau des pédicules et s'écartent au niveau des disques. Ces plexus sont reliés par des plexus transverses localisés à mi-hauteur du corps vertébral et situés entre le LLP et le corps vertébral. Les plexus transverses reçoivent une contribution importante qui provient de la face postérieure de chaque corps vertébral : la veine basivertébrale, qui draine le sang veineux corporel ;

- les plexus longitudinaux postérieurs, plus grêles, sont situés dans la concavité de l'arc vertébral.

À chaque niveau vertébral, ces plexus longitudinaux communiquent par des cercles veineux.

Plexus veineux vertébral externe

Par opposition au précédent, le plexus vertébral externe se trouve à la périphérie des vertèbres. Il est constitué du plexus vertébral externe antérieur, situé en avant des corps vertébraux, et du plexus vertébral externe postérieur, situé au voisinage des lames, des apophyses transverses et des processus articulaires.

Les deux plexus, externe et interne, communiquent entre eux par les veines intervertébrales et foraminales.

Considérés dans leur globalité, les plexus vertébraux internes et externes forment un ensemble beaucoup plus vaste : le plexus veineux vertébral de Batson (figures 1.30 et 1.31).

Drainage pariétal

Au niveau crânial, le plexus vertébral interne communie avec le sinus sigmoïde, le sinus veineux basilaire et le sinus occipital.

Sur l'ensemble rachidien, les plexus veineux vertébraux communiquent avec les nombreuses veines des parois corporelles adjacentes : veines vertébrales, cervicales profondes, intercostales, lombaires, ilio-lombaires et sacrées latérales. C'est par ces communications que la circulation de retour s'effectue.

Classiquement, on considère qu'au-dessus de L2, le drainage épidual se fait vers le système cave supérieur via les veines azygos et hemiazygos, tandis qu'au-dessous de L2, il se fait vers le système cave inférieur par les veines iliaques communes, via les veines ilio-lombaires.

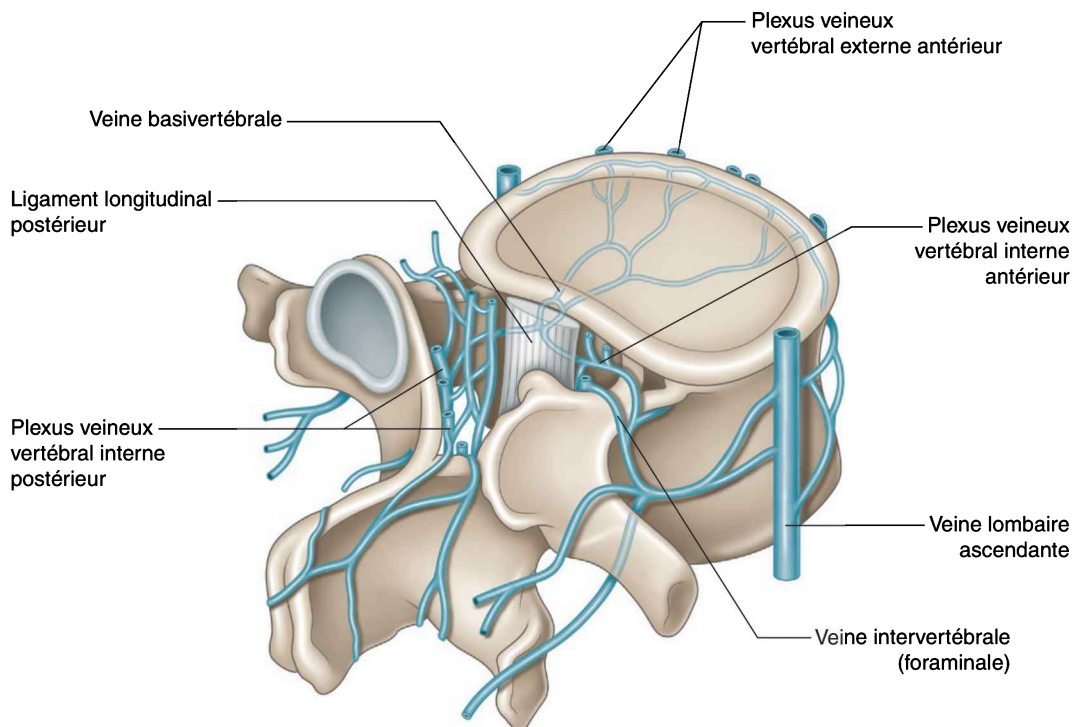


Figure 1.30 Plexus veineux vertébral de Batson.

Source : Éléonore Lamoglia.

Gradients de pression

Cependant, les veines épidurales, de même que l'ensemble du plexus veineux vertébral de Batson, étant avalvulaires, la circulation s'effectue selon des gradients de pression. De ce fait, le sens de circulation n'est pas figé et le flux sanguin veineux se fait toujours des zones où la charge hydraulique est la plus haute vers les zones où elle est la plus faible.

Une modification de la pression intrathoracique ou intra-abdominale, lors d'une ascite ou d'une grossesse par exemple, peut entraîner une congestion majeure et une stase avec une dilatation des vaisseaux dans le canal rachidien. À un moindre degré, nous constatons quotidiennement dans notre pratique qu'une simple perturbation de la mécanique viscérale ou une banale congestion de la circulation abdomino-pelvienne peuvent avoir des conséquences sur le drainage veineux vertébral et créer des douleurs rachidiennes.

En cas de processus pathologique au sein de l'espace épidural (hernie discale), on peut également observer une dilatation des plexus veineux épiduraux sus et sous-jacents à la hernie (Holl et al.,

2010). Il en résulte souvent une augmentation du conflit avec les racines nerveuses de la région.

Moelle spinale

La moelle spinale est une tige cylindrique de 40 à 45 cm de longueur chez l'adulte.

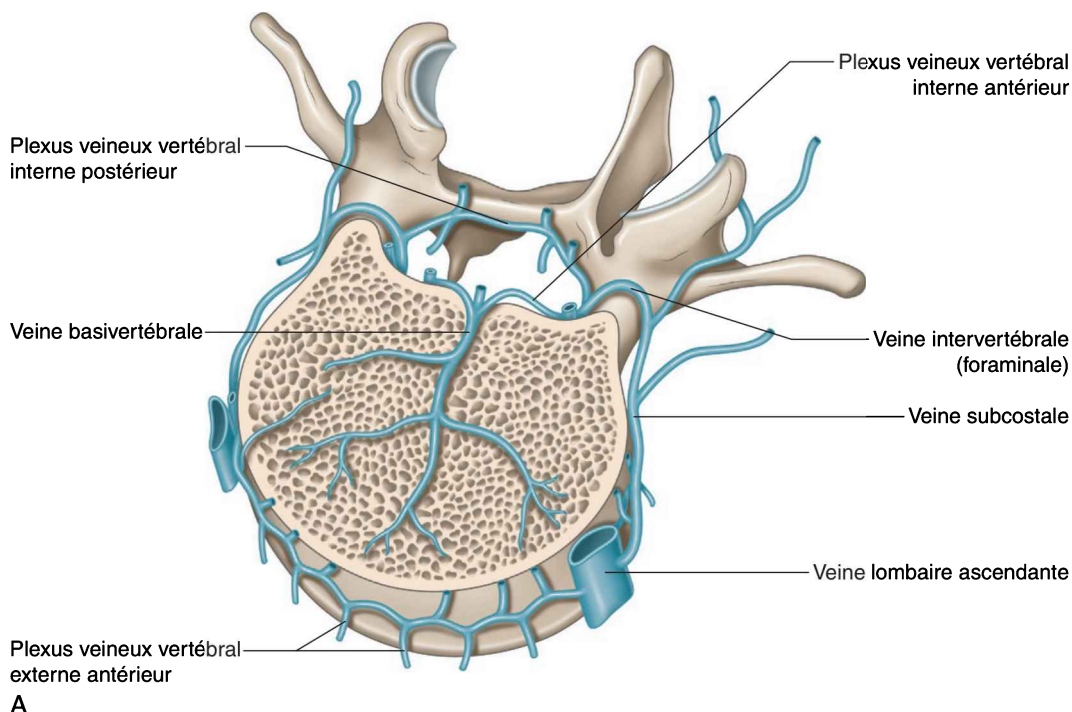
Elle fait suite à la moelle allongée et commence anatomiquement au niveau du bord supérieur de l'atlas. Elle se termine par le cône médullaire, situé le plus souvent en regard du corps de L1, voire du disque L1-L2.

Elle présente deux zones élargies :

- un renflement cervical ;
- un renflement lombaire.

Elle comporte 31 segments médullaires ou myélomères, correspondant chacun à une paire de nerfs spinaux.

Comme la moelle spinale est plus courte que le canal rachidien, les segments médullaires sont progressivement décalés par rapport aux vertèbres. Ce phénomène est d'autant plus marqué que l'on suit la moelle spinale en direction caudale (figure 1.32) :



A

Figure 1.31 PWW.

Source : Eléonore Lamoglia.

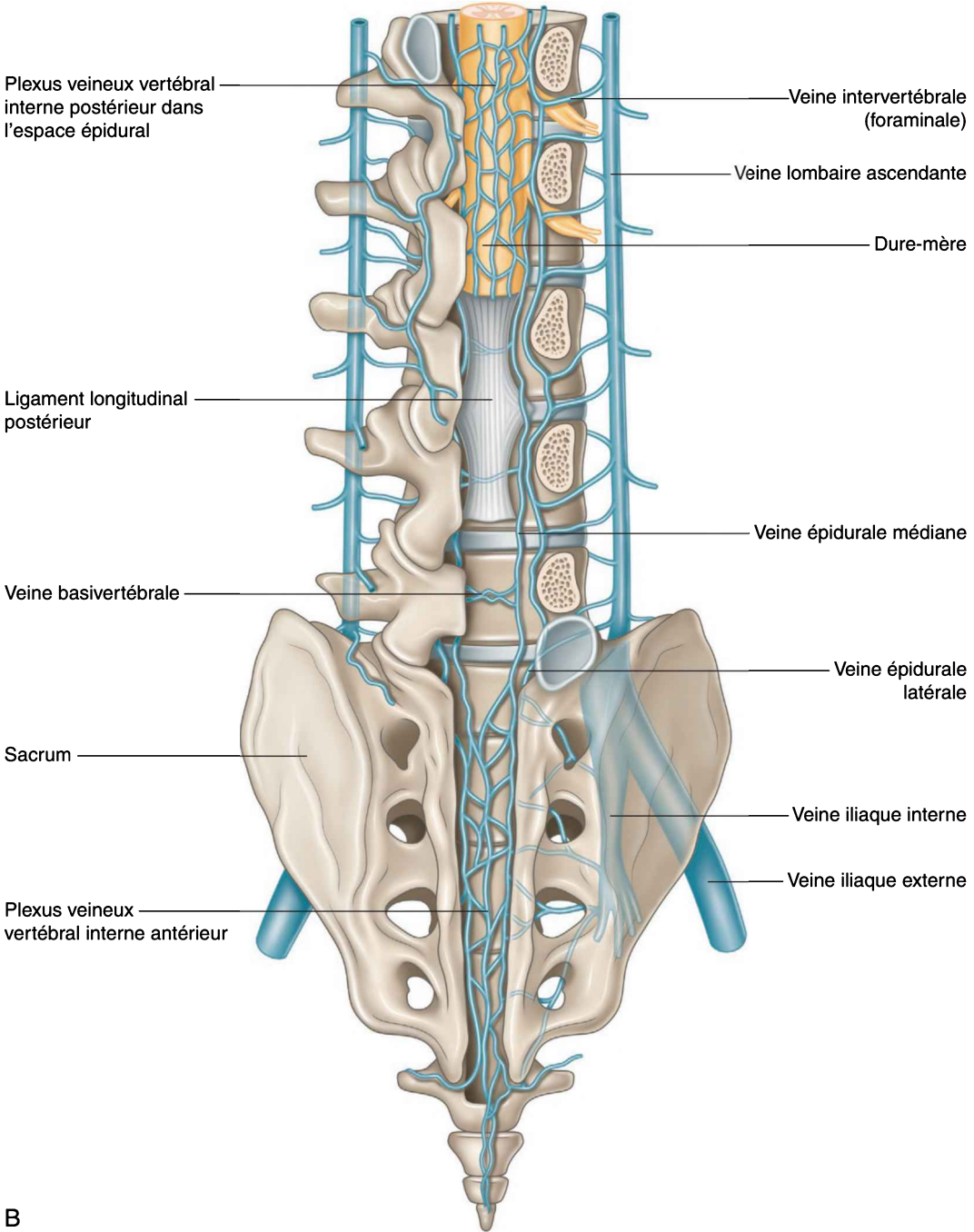


Figure 1.31 Suite.

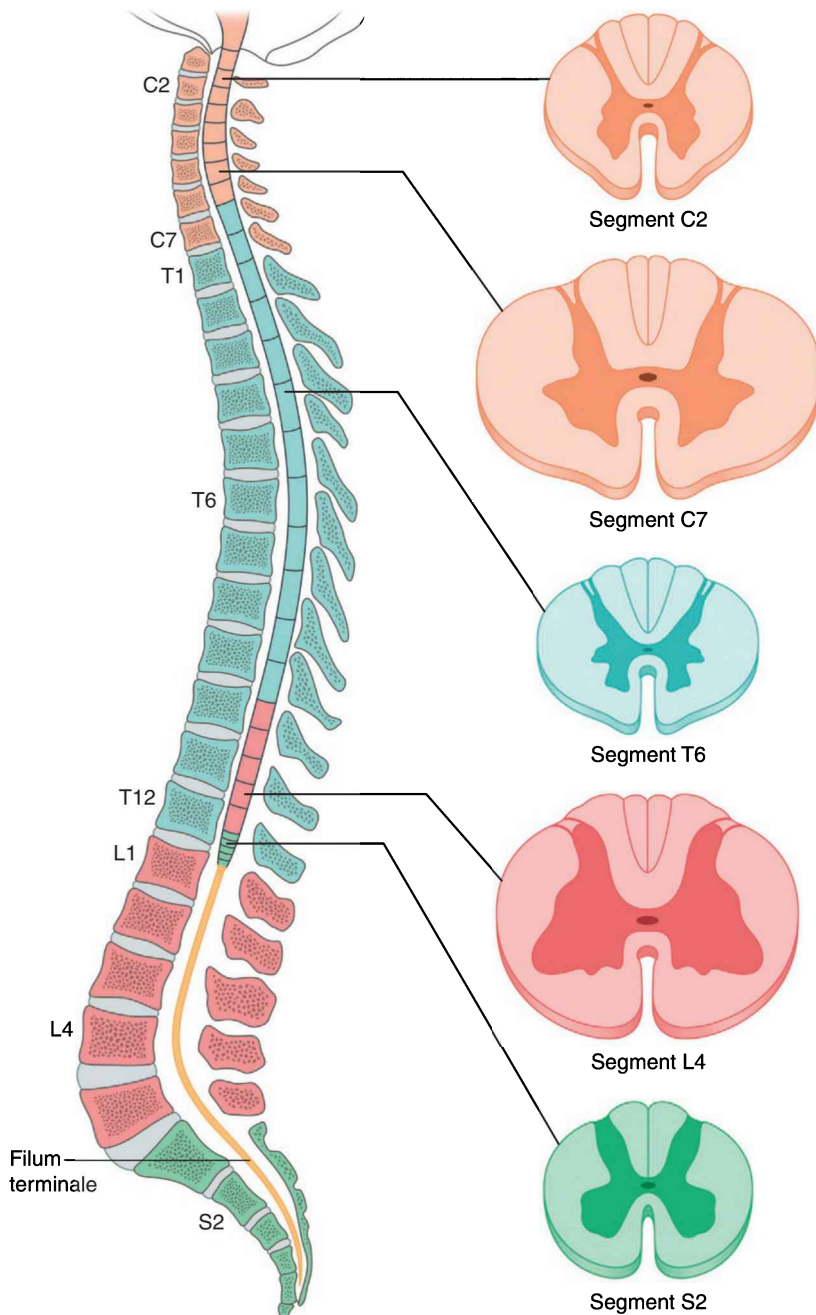


Figure 1.32 Relations vertèbres-myéloèmes.
Source : Eléonore Lamoglia.

- le myélocône C2 est en regard du corps de C2 et du disque C2-C3 ;
- le myélocône C7 est en regard du corps de C6 et du disque C6-C7 ;
- le myélocône T6 est en regard de la moitié inférieure du corps de T4 et du disque T4-T5 ;
- le myélocône L4 est en regard de la moitié supérieure du corps de T11 ;
- le myélocône S1 est en regard du disque T11-T12.

Queue de cheval

Les quatre derniers nerfs spinaux lombaires, les nerfs spinaux sacrés et coccygiens, se regroupent au-dessous de la partie terminale de la moelle épinière pour former la queue de cheval.

Le *filum* terminal est une longue structure fibreuse, majoritairement constituée de pie-mère et de cellules gliales, qui unit la partie caudale du cône terminal aux premières vertèbres coccygiennes. Son diamètre est habituellement inférieur à 2 mm.

Les racines nerveuses lombaires naissent du cône terminal de la moelle épinière. Dans le canal rachidien, elles présentent :

- un premier segment, dit intra-thécal, situé au sein même du sac dural ;
- un second segment, dit extra-thécal, après avoir quitté le sac dural et avoir emmené leur gaine méningée propre.

Du fait de la situation très crâniale du cône terminal, le plus souvent au niveau du disque L1-L2, les nerfs spinaux qui forment la queue de cheval ont une orientation très verticale.

Canal rachidien cervical

C'est le canal le plus large, même si son diamètre sagittal médian diminue du haut en bas. Il passe de 22 mm en regard de C1 à 20 mm en regard de C2, pour finir entre 14 et 17 mm au niveau cervical bas (figure 1.33).

Classiquement, sur une radiographie standard de profil, on considère qu'un canal rachidien cervical de taille normale peut visuellement « admettre un corps vertébral » (Wackenheim, 1974 ; figure 1.34).

De façon plus précise Pavlov et al. (1987) ont proposé un indice qui est égal au rapport de A (diamètre sagittal médian fixe) sur B (diamètre

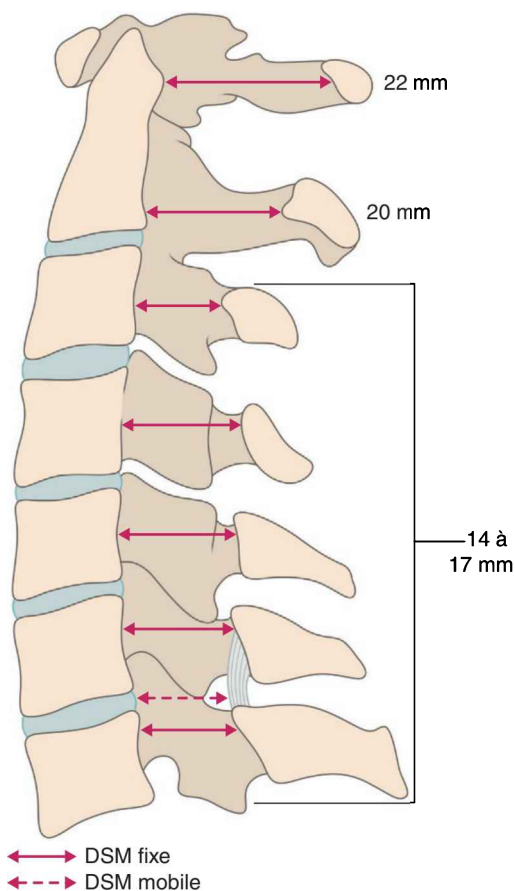


Figure 1.33 Canal cervical.

Source : Eléonore Lamoglia.

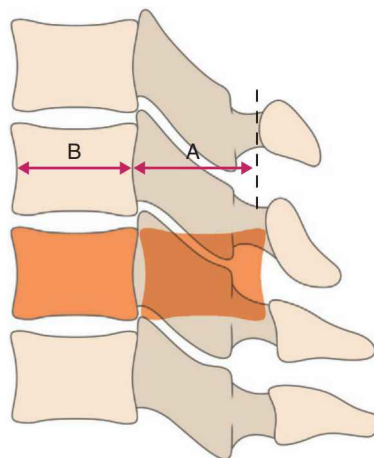


Figure 1.34 Radiographie et indices du canal cervical.

Source : Eléonore Lamoglia.

antéro-postérieur du corps vertébral). Si cet indice est inférieur à 0,8, il y a rétrécissement canalaire.

Sur une radiographie de profil, on peut distinguer trois segments dans la projection latérale du canal cervical qui se situe entre le corps (portion 1) et la projection des épineuses (portion 5) :

- la portion 2 est dite pédiculaire (on devrait dire transversaire) ;
- la portion 3 est dite articulaire ;
- la portion 4 est dite lamaire, elle est souvent vue comme un espace de sécurité pour la moelle épinière (figure 1.35).

Dans la région de l'atlas, la moelle spinale n'occupe qu'un tiers du canal rachidien de C1, la dent de l'axis occupe un autre tiers et le troisième tiers correspond au volume de réserve où la graisse épидurale est abondante. Les lésions médullaires sont

rares à ce niveau, en dépit parfois de gros déplacements ostéo-articulaires traumatiques (figure 1.36).

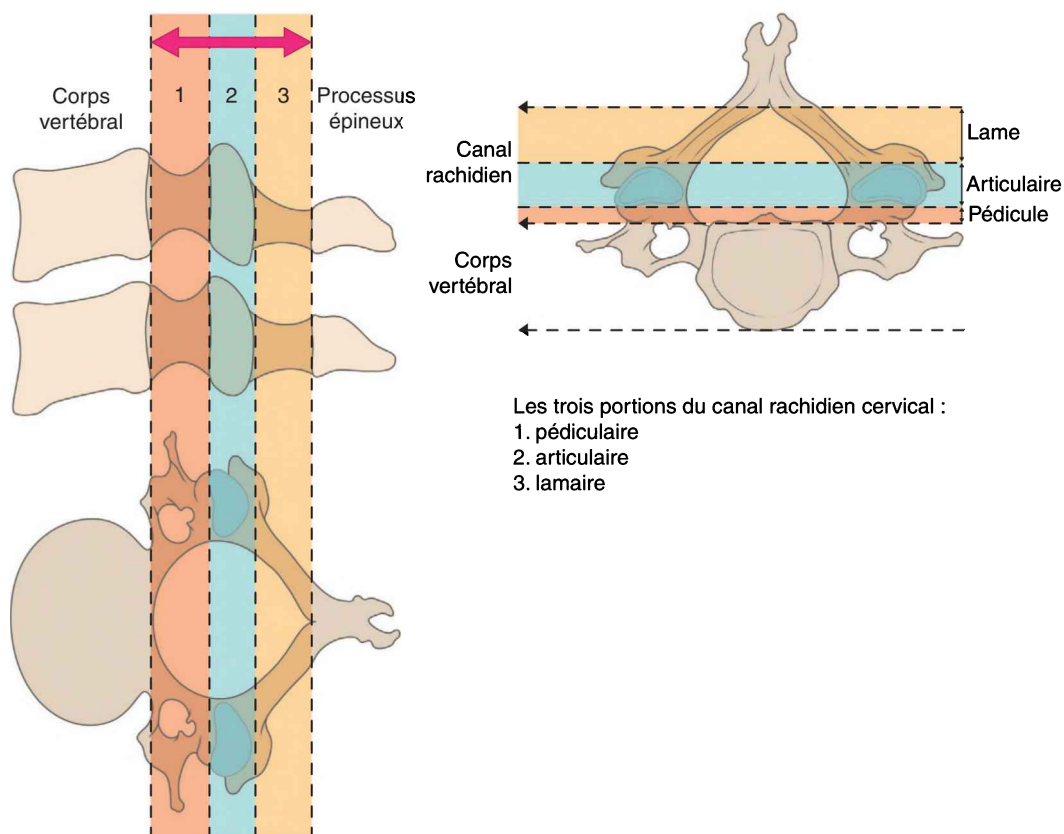
Canal rachidien thoracique

Il est ovalaire, comme au niveau cervical, mais beaucoup plus réduit (DSMF de 10 à 12 mm).

L'espace épидural est très restreint au niveau thoracique, malgré le diamètre relativement faible de la moelle spinale thoracique. Le volume résiduel est très faible et les risques de conflits en cas de pathologie discale sont majeurs, surtout dans la région thoracique basse.

Canal rachidien lombaire

Il est remarquable par sa forme et par son contenu, très différenciés entre sa partie crâniale et sa partie caudale.



Les trois portions du canal rachidien cervical :

1. pédiculaire
2. articulaire
3. lamaire

Figure 1.35 Diamètres du canal cervical.

Source : Eléonore Lamoglia.

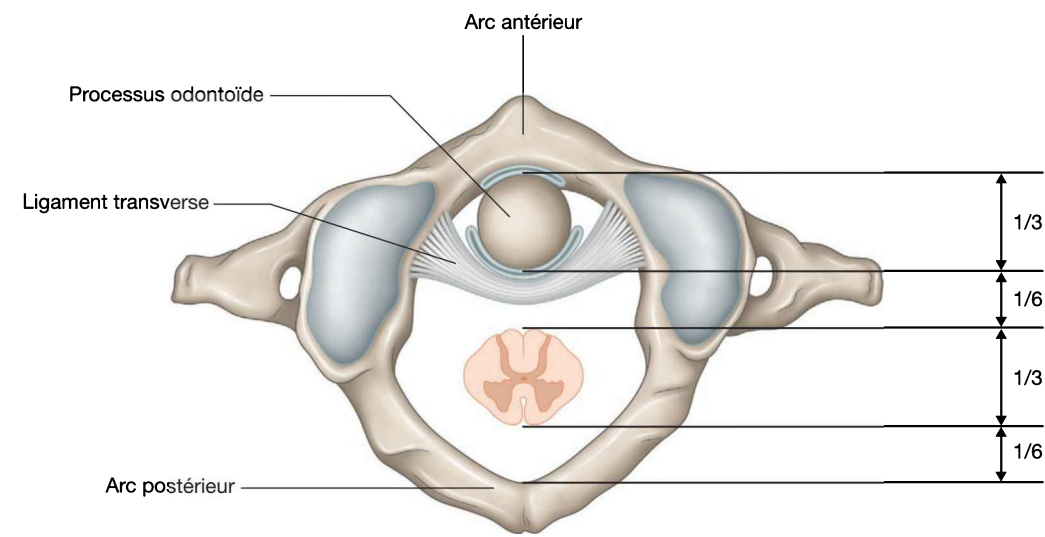


Figure 1.36 Règle des tiers de Steele.
Source : Eléonore Lamoglia.

	L1	L2	L3	L4	L5
Ovoïde					
Triangulaire					
Deltoïde					
Trèfloïde					

Figure 1.37 Forme du canal lombaire.
Source : Eléonore Lamoglia.

Forme

La forme du canal rachidien lombaire évolue entre L1 et L5. Il est plutôt ovoïde à sa partie haute (comme aux niveaux cervical et thoracique) et devient triangulaire, voire même trèfloïde, à sa partie basse. De haut en bas, le canal rachidien lombaire a tendance à s'élargir dans le plan frontal et à se rétrécir dans le plan sagittal.

Ce fait est lié à l'empreinte des processus articulaires qui, devenant de plus en plus frontaux, font apparaître une partie latérale du canal rachidien nommée récessus latéral. On distingue généralement le canal rachidien central du récessus latéral (figure 1.37).

Mesures, dimensions

Le DSMF est tracé entre le milieu du mur postérieur vertébral (plus précisément le ligament longi-

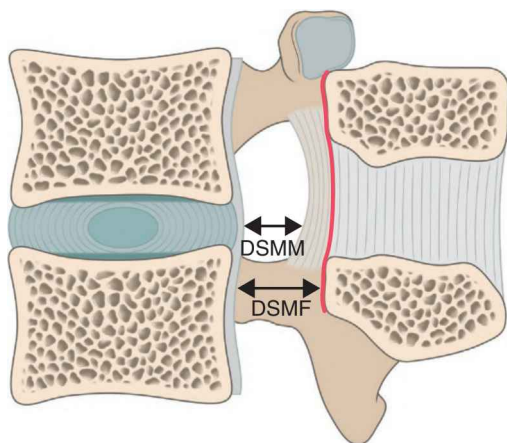


Figure 1.38 Diamètres lombaires.

Source : Éléonore Lamoglia.

tudinal dorsal) et la partie crâniale du processus épineux, qui est plus ventrale que la partie caudale.

Le DSMM est tracé entre le bord postérieur de l'*annulus* et le ligament jaune (figure 1.38).

La mesure se fait sur une radiographie ou une imagerie. Le canal est considéré comme normal si le DSMF est supérieur à 14 mm et rétréci s'il est inférieur à 12 mm.

Ulrich et al. (1980) fixent la limite à 11,5 mm pour le diamètre antéro-postérieur, 16 mm pour le diamètre inter-pédiculaire et 145 mm² pour la surface.

Canal rachidien central

Cette partie centrale est aussi appelée canal dural car elle contient le sac dural qui descend jusqu'à la deuxième vertèbre sacrée.

Sur son versant externe, ce fourreau dural est séparé de l'étui vertébral par l'espace épidual, rempli de tissu cellulo-gras, constituant un espace tampon qui comble le volume de réserve.

Sur son versant interne, la dure-mère est tapissée par l'arachnoïde. À l'intérieur du sac dural, on trouve le contenu neural baignant dans le liquide céphalorachidien. Il est constitué :

- à la partie crâniale, de la moelle spinale, qui ne dépasse normalement pas la partie supérieure de L2 ;
- à la partie caudale, du segment des racines lombosacrées, situé entre leur attache médullaire et

leur émergence du sac dural. Cette portion constitue la partie intra-thécale des racines rachidiennes, groupées autour du *filum* terminal pour former la queue de cheval.

En intra-thécal, l'organisation des racines nerveuses n'est pas aléatoire, leur disposition est analogue à la configuration laminaire des fibres nerveuses que l'on trouve dans la moelle. Les racines sont maintenues en place par des invaginations arachnoïdiennes qui les solidarisent entre elles.

Au sein des nerfs spinaux, le contingent moteur est ventral ou ventro-médial par rapport au contingent sensitif (figure 1.39).

Récessus latéral

C'est une expansion latérale du canal rachidien qui existe principalement au niveau lombaire. Il n'est pratiquement pas formé aux niveaux cervical et thoracique, où le canal rachidien est ovalaire. En revanche, il est de plus en plus marqué du haut vers le bas de la colonne lombaire et à la jonction lombosacrée, où l'empreinte des articulaires de S1, très frontales, est fortement prononcée dans le canal rachidien lombaire (figure 1.40).

Limites

Sur le plan osseux, le récessus latéral est limité :

- latéralement, par le pédicule ;
- ventralement, par le corps vertébral, directement en dedans du pédicule ;
- dorsalement, à sa partie haute par l'articulaire supérieure, plus bas par l'isthme.

En imagerie, on distingue ainsi :

- le récessus latéral haut en regard de l'articulaire supérieure (portion pédiculo-articulaire) ;
- le récessus latéral bas en regard de l'isthme (portion pédiculo-lamaire).

Le bord caudal du processus transverse marque la limite de ces deux portions (figure 1.41).

Forme

Au niveau lombaire supérieur, les récessus latéraux sont moins bien individualisés, car les racines rachidiennes et leur gaine ont un trajet presque horizontal entre le fourreau dural et le foramen intervertébral.

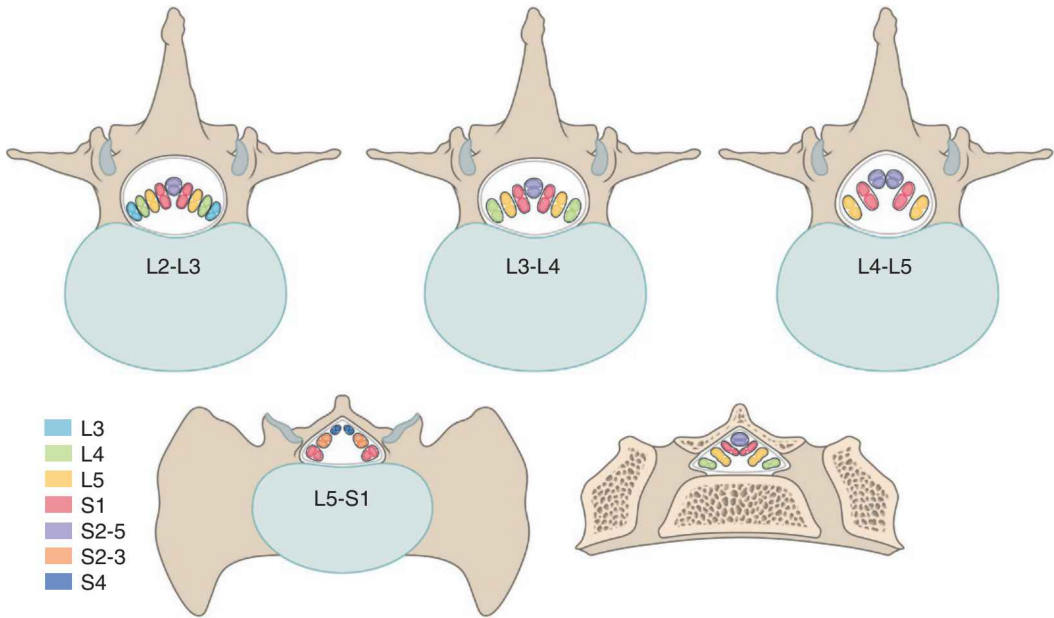


Figure 1.39 Contingents de fibres dans la queue de cheval.
Source : Eléonore Lamoglia.

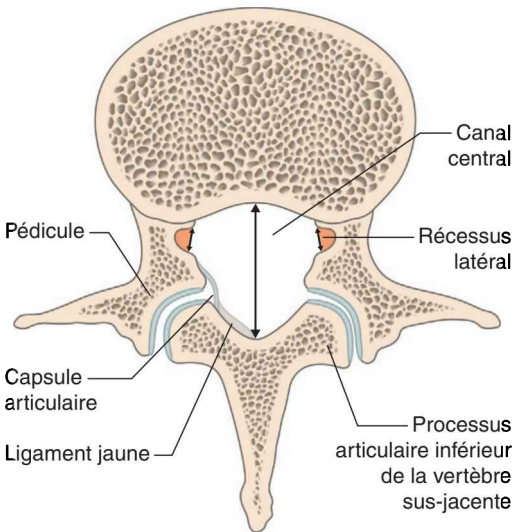


Figure 1.40 Recessus latéral (vue supérieure).
Source : Eléonore Lamoglia.

Aux étages L4-L5 et L5-S1, les récessus latéraux sont par contre bien individualisés, car les racines et leur gaine ont un trajet plus vertical à ce niveau.

Le récessus latéral ainsi constitué s'évase progressivement vers le bas. La partie la plus étroite du récessus latéral est donc située à sa partie supérieure.

NB : C'est à ce niveau qu'un conflit peut se créer entre la racine nerveuse et le disque intervertébral sus-jacent.

Pour une bonne visualisation tridimensionnelle, Vital et al. (2002) proposent de voir le récessus latéral comme ayant la forme d'une tuile romaine, concave médialement vers le canal rachidien et se poursuivant au bord inférieur du pédicule par le foramen intervertébral.

Du fait de sa forme particulière, cet ensemble se voit aussi parfois attribuer le nom de canal radiculaire (figure 1.42).

Dimensions

De L1 à L5, les récessus latéraux, comme les pédicules, diminuent de hauteur et s'élargissent transversalement alors que leur profondeur antéro-postérieure diminue.

Vital (2002) fournit certains chiffres pour le diamètre antéro-postérieur du récessus latéral qui, en fait, correspond à la longueur du pédicule. Il

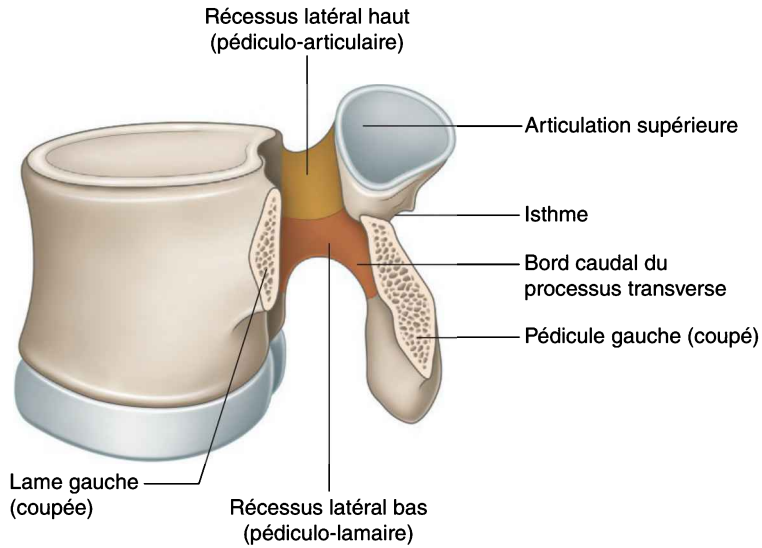


Figure 1.41 Récessus latéral (vue médiale).

Source : Eléonore Lamoglia.

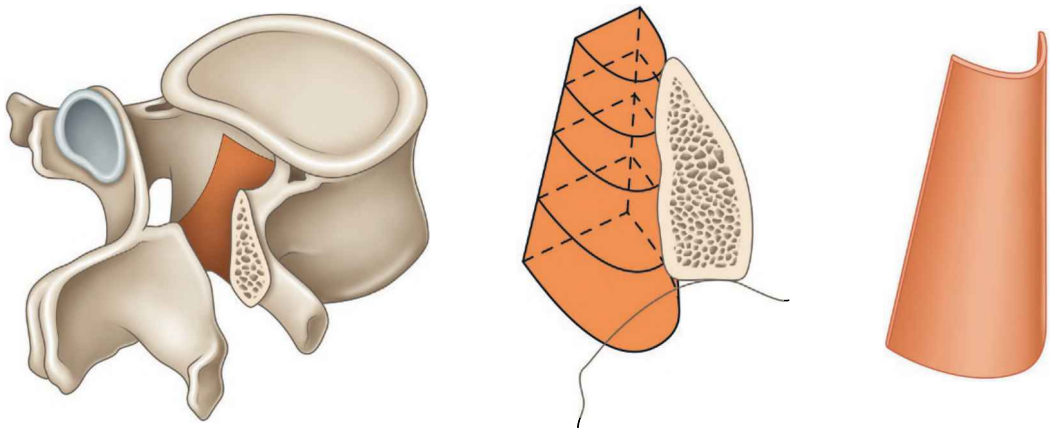


Figure 1.42 Canal radicaire.

Source : Eléonore Lamoglia.

diminue de haut en bas, passant de 10–12 mm en L1 à 7,5–8 mm en L5.

En réalité, le diamètre utile pour le contenu neurologique est moindre, car la présence de la capsule et du ligament jaune qui tapissent l'articulaire réduit le diamètre osseux.

Contenu

Comme son nom l'indique, le canal radicaire contient la racine lombaire qui, après s'être individualisée du sac dural, rejoint le foramen inter-

vertébral après un long trajet oblique. Cette portion de la racine, entourée de son manchon durerien, constitue la partie extra-thécale des racines rachidiennes.

Ce trajet de la racine dans le canal radicaire comprend trois portions, avec de haut en bas :

- une portion sus-pédiculaire, en arrière du DIV ;
- une portion para-pédiculaire, dans le récessus latéral lui-même ;
- une portion infra-pédiculaire, dans le foramen intervertébral.

Vascularisation des éléments neuraux

Vascularisation artérielle

Au niveau lombo-sacré, chaque nerf spinal reçoit sa vascularisation à partir d'anastomoses, situées au niveau du tiers proximal du nerf, entre les artères radiculaires proximale et distale. Ces anastomoses sous le cône terminal sont fragiles, exposées aux troubles mécaniques. Elles pourraient être à l'origine des troubles neuro-ischémiques, notamment dans les pathologies dégénératives rachidiennes..

Système veineux

Le drainage veineux du cône terminal et de la queue de cheval se fait par des veines radiculaires de diamètres très variables vers les plexus veineux épiduraux. Ces veines sont avalvulaires, le flux sanguin y est tributaire des gradients de pression :

- au niveau de L2 et au-dessus, les plexus se drainent transversalement vers la veine cave inférieure et dans le système azygos ;
- au-dessous de L2, les veines radiculaires et foraminales se drainent vers les veines ilio-lombaires et de là vers les veines iliaques communes.

existe deux trous de conjugaison par lesquels peuvent passer les nerfs spinaux issus de la moelle épinière.

Limites

- Crâniale, le bord inférieur du pédicule de la vertèbre sus-jacente.
- Caudale, le bord supérieur du pédicule de la vertèbre sous-jacente.
- Centrale, le disque intervertébral intercalé entre les vertèbres sus et sous-jacentes.
- Dorsale, la face antérieure du processus articulaire de la vertèbre sous-jacente.

Forme, orientation

La forme et l'orientation du foramen varient selon le niveau rachidien considéré :

- au niveau cervical, il forme une gouttière concave vers le haut et dirigée obliquement en avant et latéralement ;
- au niveau thoracique, il est en forme de virgule et regarde latéralement ;
- au niveau lombaire, il a une forme auriculaire et regarde latéralement (figure 1.43).

Foramen intervertébral

Le foramen intervertébral ou trou de conjugaison désigne l'espace situé entre les pédicules de deux vertèbres successives. Ainsi, par paire de vertèbres, il

Foramen cervical

C'est plus un canal ou une gouttière qu'un trou. L'axe de ce canal de conjugaison est dirigé à 60° ventralement et latéralement. Il a une longueur

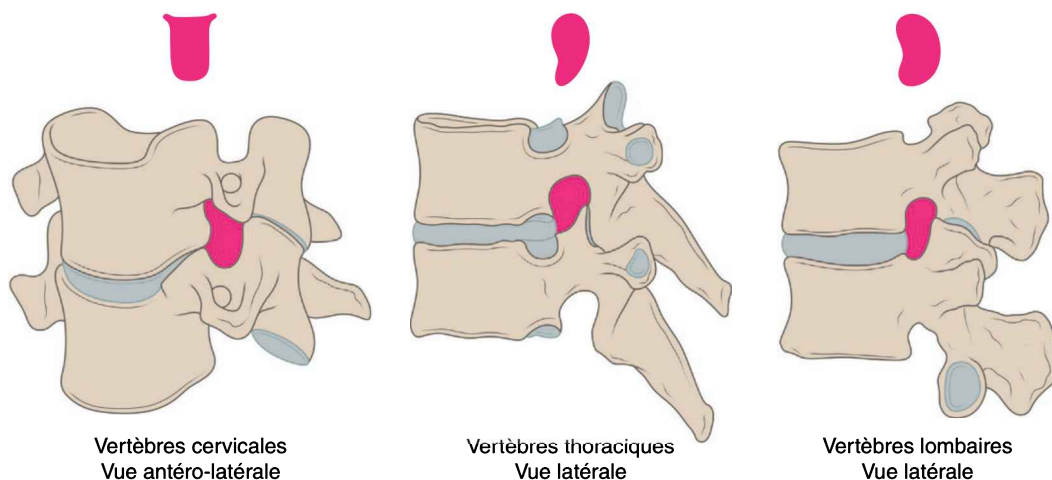


Figure 1.43 Foramen intervertébral.

Source : Eléonore Lamoglia.

moyenne de 7 mm et présente trois portions de médial à latéral :

- pédiculaire, limitée médialement et ventralement par l'uncus et contenant les racines ventrale et dorsale ;
- articulaire, située entre le processus articulaire, dorsalement, et le foramen transversaire, ventralement, cette portion contient le ganglion spinal ;
- transversaire, correspondant au processus transversaire avec ses deux tubercules antérieur et postérieur, contenant le nerf spinal qui se divise ensuite en deux branches, ventrale et dorsale (figure 1.44).

Foramen lombaire

Le foramen intervertébral lombaire constitue la partie terminale du canal radiculaire. Il est situé au bord inférieur du pédicule sus-jacent.

Du fait de l'épaisseur du disque lombaire, le foramen intervertébral est assez haut. Par conséquent, les limites antérieure et postérieure des foramens peuvent être séparées en deux portions :

- une portion supérieure, fixe, limitée ventralement par la partie latérale du corps vertébral recouverte par la partie latérale du ligament longitudinal dorsal (membrane épidurale ou périostée de Wiltse), dorsalement par l'isthme (pars interarticularis) et la partie antérieure de la lame (Wiltse, 1988) ;

- une portion inférieure, mobile, limitée ventralement par la partie latérale du disque sous-jacent et dorsalement par le massif articulaire, principalement par l'articulaire supérieure de la vertèbre sous-jacente. L'articulaire est recouverte médialement par la capsule articulaire et le ligament jaune qui sont en continuité (figure 1.45).

Limites

Comme le foramen rachidien central, le foramen intervertébral présente lui aussi deux diamètres sagittaux :

- un diamètre fixe en regard du corps vertébral, au-dessous du pédicule ;
- un diamètre variable en regard du disque sous-jacent et du segment mobile.

La partie fixe est en général plus large que la partie mobile, donnant au foramen une forme auriculaire ou piriforme renversée.

Le toit du foramen intervertébral désigne sa paroi postérieure, surtout constituée par la lame et l'isthme.

Du rachis lombaire haut vers la charnière L5-S1, la crête verticale qui limite latéralement la lame et l'isthme devient de plus en plus latérale par rapport au pédicule. De ce fait, le toit recouvre de plus en plus le foramen intervertébral.

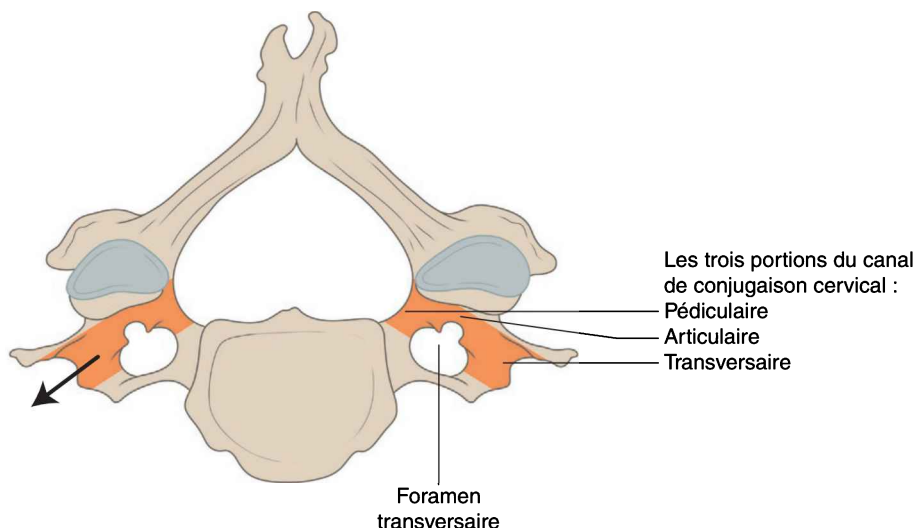


Figure 1.44 Trois portions du foramen intervertébral cervical.

Source : Eléonore Lamoglia.

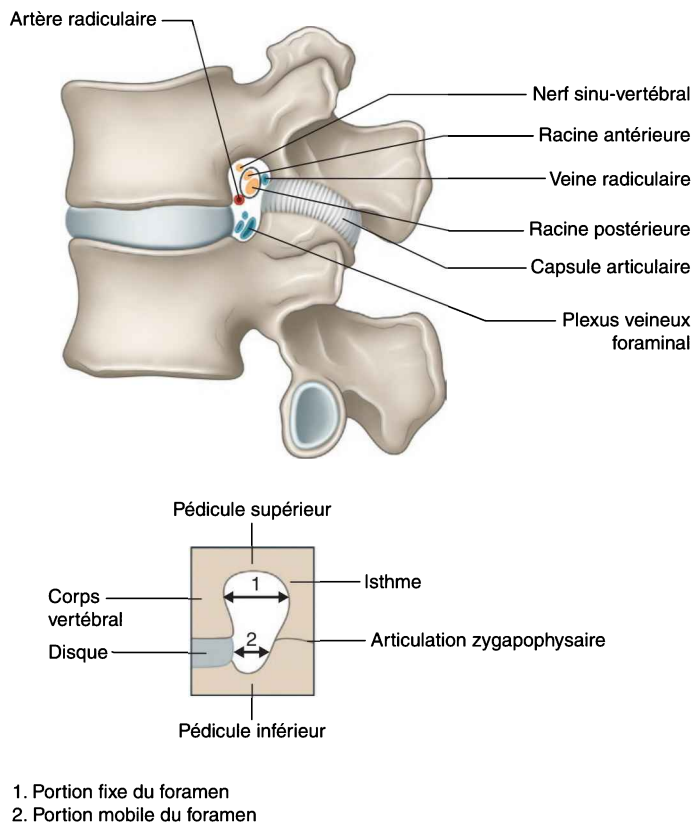


Figure 1.45 Foramen intervertébral lombaire.

Source : Eléonore Lamoglia.

Contenu

Structures nerveuses

De Peretti (1993) a étudié à tous les niveaux rachidiens le pourcentage d'occupation du foramen intervertébral. Dans l'ensemble, les éléments nerveux occupent au maximum le tiers de sa surface.

Dans le trajet des structures nerveuses, on peut distinguer :

- une portion intraforaminale dans le canal rachidien (le récessus latéral), où circulent les racines sensitive et motrice ;
- une portion foraminale proprement dite, à l'aplomb des pédicules, où se situe le plus souvent le ganglion de la racine dorsale ;
- une portion extraforaminale, en dehors des pédicules, où le nerf rachidien constitué va se diviser en ses deux branches ventrale et dorsale, mixtes (figure 1.46).

Intérêt ostéopathique

Position du ganglion de la racine dorsale

La position du ganglion peut être intraforaminale, foraminale ou extraforaminale. Elle peut même varier d'un côté à l'autre (Hasue, 1991). En recherchant la présence d'une empreinte sur le ganglion, Sato et Kikuchi (1993) ont établi que certaines situations sont plus défavorables que d'autres. Ce sont les positions intracanales pour le ganglion L5 et intraforaminale pour L4 qui augmentent la fréquence des phénomènes de compression. Ainsi, la position anatomique détermine la susceptibilité du ganglion à la compression.

Les ganglions les plus caudaux sont aussi les plus exposés car, étant plus gros, ils ont aussi moins de place dans le foramen.

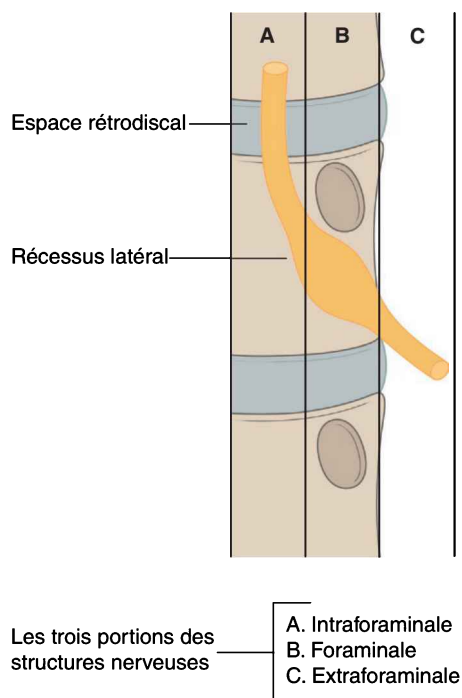


Figure 1.46 Trois portions des structures nerveuses.

Source : Éléonore Lamoglia.

Structures vasculaires

Au plan veineux, on trouve :

- les plexus foraminaux, qui sont plutôt situés à la partie basse et étroite du foramen. Ils constituent un système d'échange entre les plexus veineux intrarachidiens et extrarachidiens ;
- les veines radiculaires, qui sont situées autour du ganglion spinal.

Toute compression des plexus foraminaux entraîne un œdème des racines, car ils communiquent avec les veines radiculaires.

Au plan artériel, l'artère spinale naît de l'artère segmentaire et rejoint le nerf spinal par sa face antérieure. Elle traverse la gaine radiculaire pour entrer dans l'espace sous-arachnoïdien. Elle donne ensuite deux branches : radiculaire ventrale et radiculaire dorsale.

Pour [Yoshizawa \(1991\)](#), la vascularisation du ganglion de la racine dorsale est riche. Elle est double avec l'apport ascendant que nous venons de voir et un apport descendant qui suit les radicelles. Pour cet auteur, le ganglion serait nourri par le liquide céphalorachidien par imbibition de sa partie proximale.

Autres tissus

Dans le foramen intervertébral, on trouve également des tissus mous non vasculo-nerveux, essentiellement :

- de la graisse, très présente à la partie haute du foramen, qui protège racines et ganglion. Elle constitue un élément de contraste naturel à l'IRM, notamment dans les coupes parasagittales ;
- des ligaments, dits transforaminaux, qui diminuent l'espace pour les structures nerveuses, mais qui les protègent aussi lors des mouvements.

Canal transversaire

Le canal transversaire est constitué par des orifices se situant à la partie moyenne des processus transverses entre C7 et C1 ([figure 1.47](#)).

Entre les processus transverses, le canal est fermé par les muscles intertransversaires antérieur et postérieur, réalisant un véritable canal ostéomusculaire.

Son contenu est principalement représenté par l'artère et la veine vertébrale entre C6 et C1. Dans le foramen transversaire de C7, seule passe la veine vertébrale.

On trouve également le nerf vertébral ou nerf végétatif de François Franck. Il s'agit d'un nerf vasculaire qui naît des ganglions cervicaux moyen et inférieur ([Lazorthes, 1981](#)). Il est organisé en deux branches, une postérieure et une antérieure, puis en plexus péri-artériel qui se poursuit sur la partie endocrânienne de l'artère vertébrale et sur le tronc basilaire.

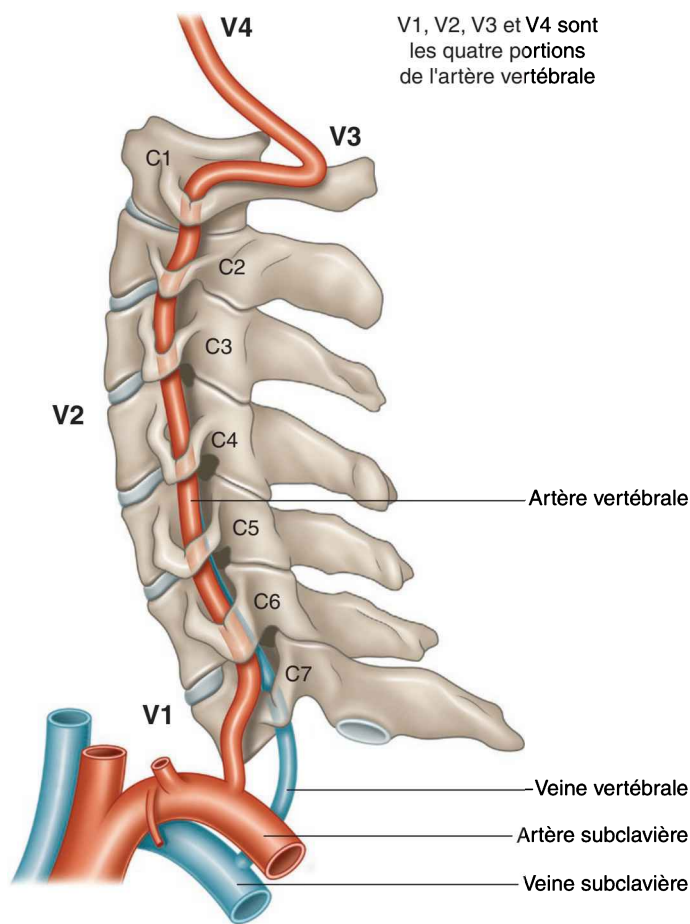


Figure 1.47 Canal transversaire cervical.
Source : Eléonore Lamoglia.

Chapitre 2

Biomécanique du disque intervertébral sain

Propriétés mécaniques

Les DIV forment un ensemble d'éléments anatomiques sur lequel repose la plus grande part de la mobilité multidirectionnelle du rachis des vertébrés.

Chez l'Homme, du fait de la bipédie et de la gravité, ces 23 pièces sont aussi capables de supporter des charges complexes au sein de l'empilement vertébral. Ces éléments essentiels au fonctionnement mécanique du rachis pourraient ainsi fournir un support entre les vertèbres, autoriser le mouvement et retrouver rapidement leur forme après avoir été étirés ou comprimés.

Hirsch et Nachemson résument les fonctions discales par la formule suivante : « le DIV gouverne, stabilise et maintient la colonne vertébrale ».

On peut considérer le DIV comme un joint dont les capacités de déformation conditionnent toute la mécanique vertébrale, tant pour sa flexibilité et sa cohésion que pour le transfert de charges.

Place du disque

L'unité fonctionnelle spinale (UFS), aussi appelée segment mobile de Jughans ou arthron, est un modèle mécanique constitué de deux vertèbres adjacentes, du disque et des tissus mous interposés entre elles.

La modélisation d'une partie des mécanismes fondamentaux du mouvement intervertébral est ainsi rendue possible en réduisant l'étude à une unité fonctionnelle élémentaire.

Trépied

Il existe une grande sophistication mécanique des articulations intervertébrales. À des fins simplificatrices, on assimile souvent le fonctionnement du

segment mobile à un trépied constitué de l'articulation disco-corporéale en avant et des articulations zygapophysiales en arrière.

Le disque intervertébral constitue une pièce maîtresse de ce tripode fonctionnel : il solidarise les vertèbres et comble l'espace intervertébral, tout en permettant leur mouvement. Selon Bonnel et Captier (Bonnel & Captier, 2010), le DIV assurerait le « maintien d'un espace déformable entre les corps vertébraux ».

Degrés de liberté

Le DIV est la pièce centrale de l'amphiarthrose intervertébrale qui constitue l'une des rares articulations du corps humain présentant six degrés de liberté.

Du fait du couplage mécanique de l'amphiarthrose aux deux articulations zygapophysiales dans le tripode vertébral, il existe une réduction des possibilités de mouvement liée à la présence des processus articulaires postérieurs. La configuration zygapophysiale favorise certaines directions de mouvement et, au contraire, en diminue nettement d'autres, voire même empêche certains mouvements.

C'est généralement l'influence d'un programme moteur régional spécifique qui façonne les articulaires et qui favorise certains mouvements.

Cahier des charges

La finalité du disque est multiple. Classiquement, on lui prête plusieurs rôles :

- participer à la stabilité et à la cohésion rachidienne ;
- permettre le déplacement et les mouvements multidirectionnels des corps vertébraux ;
- véhiculer des charges le long de l'axe rachidien ;
- jouer le rôle d'un amortisseur hydrodynamique.

Comportement mécanique

Le DIV est une structure hétérogène et anisotrope³ qui possède des propriétés apparemment opposées : résistance et déformabilité.

Cette capacité du DIV à résister à des contraintes de différentes natures est à rattacher à sa morphologie composite, où le complexe central et le complexe périphérique assurent des fonctions différentes. Le comportement mécanique du DIV peut globalement s'envisager comme résultant de la dualité et de la complémentarité de ces deux parties distinctes.

Complexe central : la résistance

Le complexe central du disque comprend le NP et la partie interne de l'AF, auxquels on ajoute souvent les PCV.

Le NP a souvent été assimilé à une bille ronde qui se déplacerait selon les mouvements. Si l'analogie avec un noyau de cerise s'échappant lorsqu'on le presse entre les doigts permet pédagogiquement de visualiser et de faire comprendre ce qu'il se passe, la réalité est cependant bien différente.

Le NP doit davantage être considéré comme une chambre hydraulique sans limite nette (Hamel, Weiss, Robert, Guicheux & Clouet, 2013; Rabischong, 1996; Rabischong, Louis, Vignaud & Massare, 1978) qui bouge et se déforme au sein du disque.

Son fonctionnement est assez proche de celui du cartilage. En effet, ce comportement mécanique à type de chambre hydraulique n'est pas sans rappeler ce que l'on trouve au niveau cartilagineux.

Le modèle mécanique du cartilage proposé par Broom et Marra (Broom & Marra, 1985) nous paraît très pertinent pour illustrer celui du complexe central. Leur modélisation est basée sur un ensemble de ballons remplis d'eau, maintenus en place par un réseau de filins (figure 2.1).

C'est cette pression hydraulique qui permet au complexe central de résister aux contraintes en compression.

C'est la grande résistance du complexe central qui permet le transfert des charges le long de la colonne vertébrale. Ces contraintes de charge résultent du



Figure 2.1 Modèle mécanique du cartilage.

Source : New structural concepts of articular cartilage demonstrated with a physical model. Broom ND et Marra DL, 1985 ; 14(1) : 1-8. Avec l'autorisation de Taylor & Francis Ltd. www.tandfonline.com

poids des segments corporels sus-jacents, de l'activité musculaire ainsi que de tous les facteurs qui augmentent la cohésion rachidienne (ligaments longitudinaux, dure-mère rachidienne, etc.).

Complexe périphérique : la déformabilité

Le complexe périphérique discal se résume à la partie externe de l'AF, celle qui s'insère sur le bourrelet marginal du plateau vertébral. Son comportement mécanique est assez proche de celui d'un ligament.

Ce sont les fibres de collagène qui, selon leur orientation, donnent au complexe périphérique sa résistance aux contraintes de traction et de cisaillement.

Les lamelles de l'*annulus*, faiblement unies entre elles, peuvent se mobiliser séparément, permettant une variation de l'angulation entre les faisceaux de fibres de deux lamelles adjacentes.

Cette propriété compense la faible extensibilité des fibres de collagène et donne à l'AF une remarquable déformabilité, en permettant notamment un certain écartement des plateaux vertébraux.

La flexibilité globale de la colonne vertébrale résulte de son organisation en un ensemble fonctionnel fragmenté et polyarticulé (Rabischong, 1996). Chaque niveau est relativement peu mobile, mais la sommation de multiples petites amplitudes crée une mobilité significative de l'ensemble.

³ L'anisotropie est la propriété d'être dépendant de la direction. Une structure anisotrope présente des caractéristiques différentes selon l'orientation considérée.

Comportement statique : transmission des charges

Résistance du rachis

Comme nous l'avons déjà mentionné dans notre précédent ouvrage sur la colonne cervicale, l'empilement des pièces vertébrales qui forment la « colonne » vertébrale permet de considérer des lignes de force qui joignent le crâne au bassin.

Ces lignes de charge au niveau du rachis se répartissent selon trois colonnes verticales et parallèles.

Trois colonnes

Kapandji (2011) et Louis (1982) distinguent dans l'empilement vertébral :

- une colonne antérieure, colonne principale, discocorporeale, qui est la plus volumineuse. Elle est formée par l'alternance des corps vertébraux et des disques. Elle est dite statique, car elle subit les efforts en compression ;
- deux colonnes postérieures, colonnes accessoires, zygapophysaires, qui sont disposées dans le plan frontal. Elles sont constituées par la succession des processus articulaires postérieurs. Elles sont dites dynamiques car elles conduisent les mouvements relatifs des vertèbres entre elles.

Hétérogénéité de la colonne antérieure

Même si les deux colonnes accessoires véhiculent une petite partie des efforts de compression, les expériences de Hirsch et Nachemson (Hirsch & Nachemson, 1954) ont montré que la résistance de la colonne vertébrale varie peu si l'on retire l'arc neural des vertèbres ou si l'on effectue une laminectomie. Ces données semblent conforter l'idée que ce serait la colonne antérieure qui jouerait le rôle le plus important dans le transport des charges sur l'axe crânio-caudal.

Malgré sa nature composite et son hétérogénéité, et bien qu'étant également fragmentée et flexible, la colonne antérieure permet de transférer des charges compressives qui sont croissantes du crâne vers le sacrum.

Les corps vertébraux se composent d'un noyau d'os spongieux, structure à faible densité, entouré d'une enveloppe d'os cortical, structure à rigidité éle-

vée. Cette architecture singulière confère une bonne résistance aux vertèbres, malgré une faible masse.

Le disque intervertébral est capable de résister aux mêmes charges compressives que celles supportées par les vertèbres. Certains auteurs affirment que le DIV serait plus résistant que le plateau vertébral, lui-même plus fragile en son centre (Hamel et al., 2013). Comment un élément « mou » peut-il être doté d'une telle résistance ?

Précontrainte⁴ discale

C'est grâce à une propriété fondamentale que le DIV acquiert une telle résistance à la compression : la précontrainte discale. Cette précontrainte est l'expression du turgor discal, dont le véritable « moteur » est la pression de gonflement du NP.

Du fait d'une très grande hydrophilie, le NP a tendance à s'imbiber d'eau et à augmenter son volume. Étant bridé par le maillage conjonctif des fibres de l'AF, le NP ne peut pas augmenter indéfiniment son volume, car il est contraint radialement par l'anneau fibreux. Plus le NP met en tension les fibres de l'AF et plus la pression à l'intérieur du NP augmente en retour (figure 2.2).

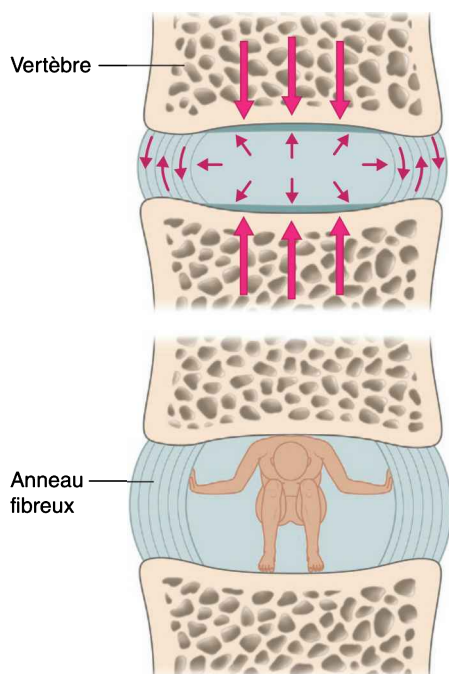
C'est cette confrontation de la pression intradiscale à la tension des fibres de l'AF qui crée une véritable précontrainte du disque, à la base de tout le comportement mécanique du disque.

Résumé

Le disque se comporte comme un réservoir à paroi épaisse qui serait sous pression (Hukins & Meakin, 2000). Le modèle mécanique d'un tel dispositif est assimilable à celui d'un « fluide captif ».

La précontrainte repose sur les qualités biochimiques et cellulaires du NP, lui conférant son hydrophilie. Cette dernière est très importante dans les premières années de la vie. Elle serait

⁴ La précontrainte est une technique de construction des ouvrages en béton qui consiste à créer des efforts internes favorables pour réduire la faiblesse du béton. Plus généralement, c'est l'état d'une pièce ou d'une structure subissant au repos une contrainte nécessaire à son bon fonctionnement ultérieur en charge.



Librement adapté de R.Caillet et autres sources

Figure 2.2 Précontrainte discale.

Source : Éléonore Lamoglia.

due à la présence de GAG et de cellules notochordales.

Le NP voit son hydrophilie décroître progressivement avec le temps, les cellules notochordales y étant progressivement remplacées par des cellules de type chondrocytaire, lui donnant une attraction de l'eau un peu moins grande.

Note clinique

La précontrainte discale est un élément essentiel de la biomécanique discale, où AF et NP forment un ensemble fonctionnel indissociable. Son efficacité nécessite l'intégrité anatomique et biochimique du disque. Il faut que les fibres de l'*annulus fibrosus* soient intègres et que le *nucléus pulposus* possède une hydrophilie suffisante pour maintenir une pression intradiscale satisfaisante.

⁵ Les glycosaminoglycanes, plus simplement appelés GAG, sont des macromolécules glucidiques constituant une composante essentielle des matrices extracellulaires des tissus conjonctifs. Ils représentent 30 % de la matière organique du corps. Leur fonction principale est de retenir l'eau dans les tissus et ainsi de les maintenir hydratés. Ils participent à la lubrification et à la maintenance articulaire.

Pression intradiscale

La pression intradiscale est considérée comme le paramètre le plus important permettant d'apprécier la fonction discale et les contraintes internes subies par le DIV. Elle est fréquemment utilisée afin d'évaluer des modèles numériques du DIV ou des dispositifs expérimentaux.

Unités

Classiquement, dans le système international d'unités, une pression s'exprime en pascals (Pa). Une valeur de 1 pascal représente une pression de 1 newton par mètre carré, ce qui est très faible. La plupart des pressions de la vie courante sont exprimées en kilopascals (kPa) ou en mégapascals (mPa).

Pour avoir une meilleure estimation des grandeurs mises en jeu au niveau discal, le kilogramme-force est parfois utilisé, ce qui permet de se référer au poids corporel ou au poids des éléments soulevés. Pour faciliter la conversion, et à titre de simplification, on peut considérer que 1 mPa vaut environ 10 kgf/cm².

Pour avoir une référence pratique permettant d'apprécier la pression intradiscale, on peut retenir qu'un pneu de voiture que l'on gonfle en moyenne à 2,5 bars équivaut à 250 kPa, soit à 0,25 mPa.

Mesures

Les désormais classiques travaux de Hirsch et Nachemson ont montré que sous une charge de compression axiale, le NP développe une pression interne, de type hydrostatique, qui est contenue par les PCV et la tension de l'*annulus fibrosus* bombant sous la charge.

Lors d'une première étude *in vitro*, Nachemson (Nachemson, 1960) établit une relation linéaire entre la pression intradiscale P, mesurée au centre du disque L3-L4, et la contrainte axiale σ , appliquée sur le disque considéré, soit $P = 1,3 - 1,5 \times \sigma$.

Une étude ultérieure mesure la pression intradiscale *in vivo* (Nachemson & Morris, 1964). Ses résultats suggèrent que la PID peut être utilisée afin de calculer la contrainte exercée sur le DIV.

Plus tard, d'autres recherches (Wilke, Neef, Caimi, Hoogland & Claes, 1999) reproduisent

l'expérience faite par Nachemson en utilisant un transducteur piézoélectrique, plus performant, et en évaluant une plus grande gamme de postures et de mouvements. La comparaison des résultats obtenus dans ces deux études est donnée dans la [figure 2.3](#).

Ces différents travaux s'accordent sur le fait que la pression intradiscale mesurée en position debout est environ quatre fois supérieure à celle mesurée en position allongée.

Selon les positions et les activités, la PID varie considérablement. Le tableau d'Ombregt (Ombregt, 2013) montre ces variations de manière très imagée.

Les mouvements de la vie courante entraînent une augmentation de la pression intradiscale. La flexion du tronc est le mouvement qui induit l'augmentation la plus importante, pouvant être trois fois supérieure à la pression intradiscale en position debout.

Il existe une valeur de la PID, située autour de 80 kPa, qui marque la limite pour l'hydratation et la déshydratation du disque.

Répartition de la pression intradiscale

Lorsque l'on observe le transfert des contraintes en compression axiale et symétrique, comme le fait la charge gravitaire, le NP se comporte comme un milieu hydrostatique.

Du fait de la précontrainte discale, il transmet les charges verticales qu'il reçoit à l'*annulus* sous forme de contraintes radiales et tangentielles.

Par exemple, en position debout, le DIV est principalement soumis à des contraintes en compression. Par le mécanisme de transmission radiale de la charge, le *nucléus* et l'*annulus* interne subissent une contrainte de compression, tandis que les fibres de l'*annulus* externe sont soumises à une contrainte en tension.

Ainsi, le NP convertit une partie des composantes de charge verticale en composantes horizontales. Il constitue ainsi un véritable répartiteur hydraulique de pression : il transmet 75 % de la charge compressive sur les PCV et sur les corps vertébraux et disperse les 25 % restants sur les fibres de l'AF ([figure 2.4](#)). Selon Kapandji, dans la simple position debout, au niveau du disque L5-S1, la compression verticale sur le *nucleus* est transmise à l'*annulus* à raison de 28 kg/cm linéaire et de 16 Kg/cm².

Au total, la charge est répartie assez régulièrement sur l'*annulus fibrosus* par la pression hydrostatique.

Variation respiratoire de la pression intradiscale

La mesure de pression intradiscale sur des disques sains a montré qu'une certaine rythmicité, synchrone de l'activité respiratoire, s'observe en

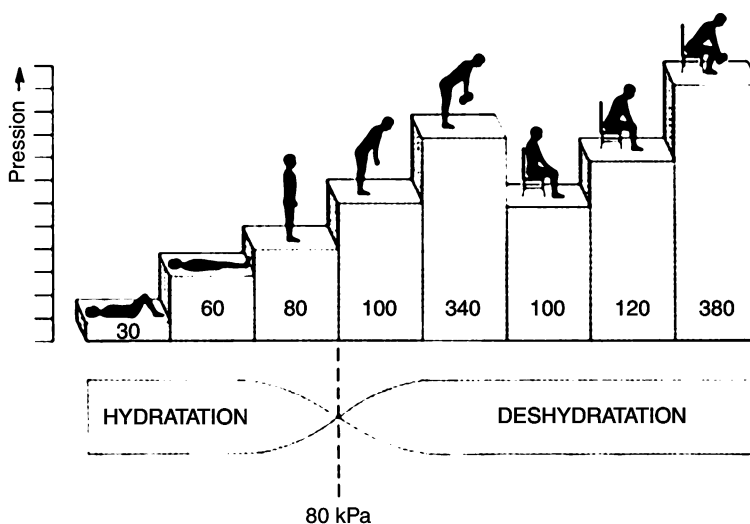


Figure 2.3 Comparatif des pressions intradiscales en fonction de la position.

Source : Ombregt, L. (2013). Applied anatomy of the lumbar spine. In A System of Orthopaedic Medicine (3rd ed., pp. 415–436). Churchill Livingstone.

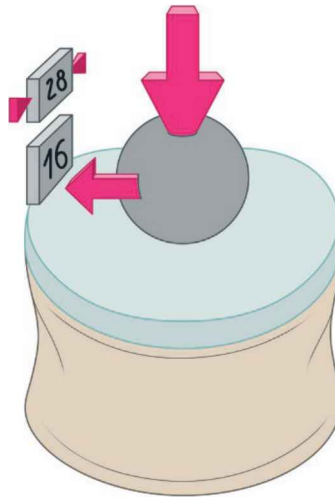


Figure 2.4 Répartition de la charge au niveau discal.

Source : Eléonore Lamoglia, d'après Kapandji.

procubitus (Sato, Kikuchi & Yonezawa, 1999). Cette oscillation respiratoire de la pression disparaît en position debout ou assise. Lorsque le patient retient sa respiration, le phénomène s'arrête également.

Par ailleurs, la manœuvre de Valsalva provoque transitoirement une augmentation conséquente de la pression intradiscale.

Charge discale

Le disque est toujours en charge, du fait de la gravité, du poids du corps et des activités musculaires. On peut y ajouter les tensions tissulaires longitudinales sur l'axe vertébral : ligaments longitudinaux, éléments neuroméningés comme la DM ou le TPM qui augmentent la contrainte discale. En effet, il règne dans le DIV une pression positive, même en position couchée et chez des sujets anesthésiés et curarisés (Hamel et al., 2013).

Au vu des problèmes dégénératifs, on pourrait penser que cette charge est un facteur nuisible pour le disque et que l'apesanteur serait bien meilleure pour lui. Or il n'en est rien !

Des changements physiologiques sont connus pour se produire chez les astronautes exposés à des conditions de microgravité (Wing et al., 1991). Dans ces conditions, la colonne vertébrale est décompressée, ce qui entraîne une augmentation de hauteur allant parfois jusqu'à 7 cm !

Cette augmentation de la longueur de la colonne vertébrale est due au redressement des courbures dans le plan sagittal, mais surtout à une augmentation de hauteur des disques intervertébraux.

Des travaux récents ont montré un risque accru de hernies discales aux niveaux cervical et lombaire chez les astronautes (Johnston et al., 2010). L'augmentation de la PID a été considérée comme la cause la plus probable des hernies discales lombaires (Belavy et al., 2016). Du fait de la moindre gravité, il se produirait un gonflement et une hyperhydratation du DIV en microgravité pendant le vol spatial ou le séjour en station orbitale qui créerait une surcontrainte sur l'AF. La surcharge des PCV lors de la réentrée dans l'atmosphère pourrait aussi participer au mécanisme. Pour les hernies discales cervicales, aucun mécanisme pouvant être mis en cause n'a été identifié pour le moment.

Propriétés du matériau discal

Le DIV est une structure solide qui lui permet de résister aux énormes contraintes qui s'appliquent sur lui. C'est un matériau composite qui subit des contraintes en compression, en traction et en cisaillement, dont les effets sont quantifiés et relativement bien connus. Cependant, le DIV est loin d'avoir livré tous ses secrets, il pousse encore les chercheurs à s'interroger sur de nombreux points.

Définitions

Lorsque l'on observe la déformation d'un matériau sous l'effet d'une force, plusieurs possibilités se présentent :

- un solide parfaitement élastique, que l'on dit hookéen, se déforme instantanément, cette déformation élastique est réversible et indépendante du temps ;
- un fluide parfaitement visqueux, que l'on dit newtonien, se déforme progressivement et linéairement en fonction du temps, cette déformation visqueuse est irréversible ;
- un matériau composé d'un solide élastique et d'un fluide visqueux est dit biphasique. Il possède des propriétés mécaniques situées entre celles de ses deux composantes et son comportement est défini comme viscoélastique. De très nombreux biomatériaux se comportent de cette manière.

Selon le type des sollicitations appliquées à un matériau viscoélastique, deux phénomènes caractéristiques sont observables, la relaxation de contrainte et le fluage :

- la relaxation de contrainte résulte de l'application d'une déformation constante, imposée brusquement au matériau, causant une réduction graduelle de la contrainte interne obtenue par un retour à l'équilibre du milieu ;
- le fluage est généré par l'application d'une charge constante ayant pour effet d'accroître progressivement la déformation lors de l'exsudation du fluide. De ce fait, tant que l'équilibre entre la pression osmotique et la pression exercée n'est pas satisfait, le fluide continue de s'écouler et le matériau de se déformer.

Viscoélasticité discale

Comme toutes les autres structures collagéniques constituant les « tissus mous » du corps, les disques intervertébraux sont viscoélastiques.

Le comportement d'un tel matériau ou d'une telle structure dépend non seulement du niveau de la contrainte qui lui est appliquée, mais aussi de la période de temps durant laquelle cette contrainte est appliquée.

Lorsqu'un disque est soumis à une contrainte en compression, il se déforme en perdant plus ou

moins de sa hauteur : comment s'organise cette déformation ? Elle peut s'analyser selon deux formes de base : comportement élastique et comportement visqueux.

Comportement élastique

Le premier type de déformation correspond à un comportement tissulaire de type élastique. La déformation suivant la loi de Hooke, il existe une proportionnalité entre la force agissante et la déformation observée.

Dans un solide élastique parfait, la déformation est instantanée et indépendante du temps. C'est le classique exemple du ressort que l'on comprime ou que l'on étire. Bien que le disque intervertébral ne soit pas de ce type, si la sollicitation discale est brève et jusqu'à une fréquence limite, c'est plutôt ce type de comportement qui prédomine (figure 2.5).

Comportement visqueux

Si la contrainte discale est maintenue plus longtemps, le DIV continue alors à se déformer. Il perd progressivement de plus en plus de hauteur, jusqu'à ce qu'il atteigne un certain niveau d'équilibre interne.

Cette déformation en compression, qui est retardée et qui augmente en fonction du temps d'application de la contrainte, est appelée fluage. Cette deuxième phase de déformation correspond au comportement d'un fluide de type visqueux (figure 2.6).

L'élasticité se rattache aux fibres conjonctives, tandis que les transferts liquidiens dans le disque lui confèrent le comportement d'un amortisseur visqueux.

La vitesse d'installation de la sollicitation influence la réponse tissulaire. La résistance à l'écrasement est d'autant plus grande que la vitesse de la compression est grande. Comme le comportement viscoélastique du disque s'apparente à celui d'un amortisseur, on comprend qu'il puisse amortir les chocs en se déformant peu.

Relations contrainte-déformation

Le module de Young et le coefficient de Poisson sont deux paramètres qui traduisent les propriétés intrinsèques de résistance d'un matériau soumis à une contrainte.

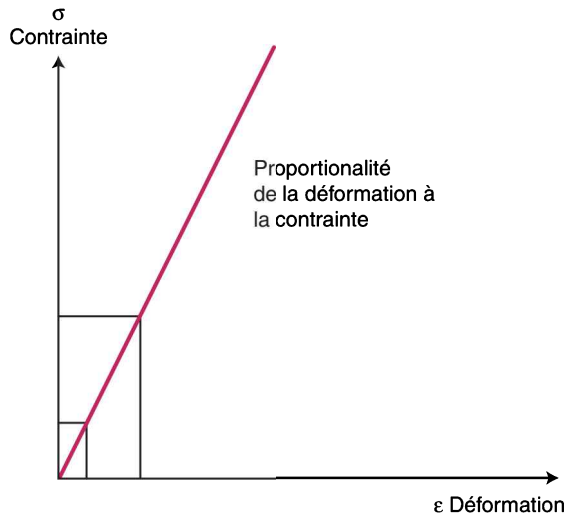
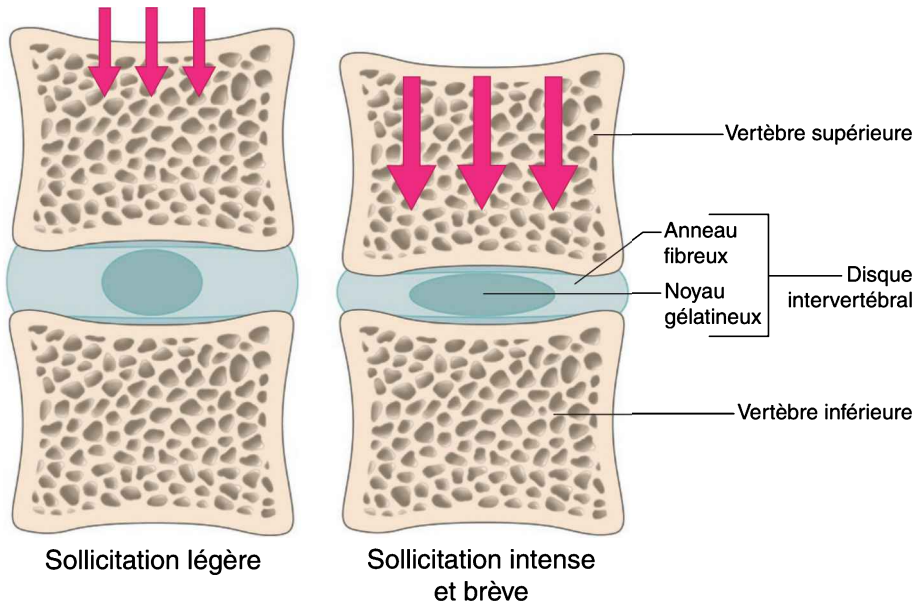


Figure 2.5 Élasticité discal.
Source : Eléonore Lamoglia.

Module de Young discal

Le module de Young, ou module d'élasticité longitudinale, est la constante qui relie la contrainte et le début de la déformation d'un matériau élastique isotrope.

Ce rapport entre la contrainte de traction appliquée à un matériau et la déformation qui en résulte (un allongement ou un raccourcissement relatif, selon le type de contrainte) est constant. Cette proportionnalité existe tant que la déformation reste petite et que la limite d'élasticité du

matériau n'est pas atteinte, c'est-à-dire tant que l'on reste dans les limites de la loi de Hooke (figure 2.7).

Plus le module d'élasticité est élevé et plus la structure est considérée comme rigide, c'est-à-dire que la contrainte nécessaire pour produire une déformation augmente avec le module de Young.

Pour le disque, les valeurs du module de Young varient selon les études. Certaines considèrent le disque dans son ensemble, d'autres isolent artificiellement l'AF ou le NP. On peut retenir que les valeurs habituelles pour les disques lombaires se situent entre 17 et 30 mPa.

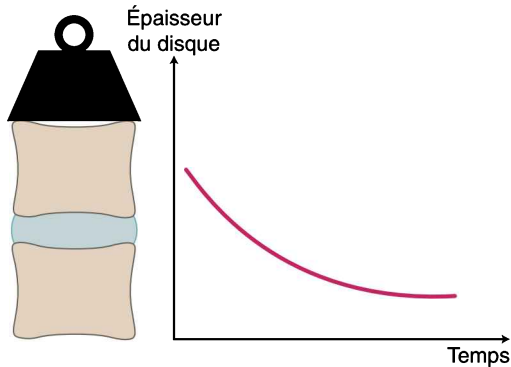


Figure 2.6 Fluage discal.
Source : Eléonore Lamoglia.

Note clinique

Fracture-tassement vertébral

Le corps vertébral a un module d'élasticité beaucoup plus élevé que celui du disque. Malgré cela, le traumatisme le plus fréquent de la colonne vertébrale est la fracture-tassement du corps vertébral. La notion de rigidité diffère donc de la notion de résistance.

Le point de rupture du matériau osseux est différent de celui du matériau discal. L'os du corps vertébral est environ 100 fois plus rigide que le disque intervertébral. Formulé autrement, le DIV peut se déformer 100 fois plus que le corps vertébral. C'est particulièrement vrai pour des charges de faible intensité, car c'est alors le disque qui produit la quasi-totalité de la déformation. Si la charge augmente et dépasse la zone de comportement élastique du disque, la déformation discale devient minime, même avec une augmentation considérable de la contrainte compressive. En pareil cas, la charge peut alors dépasser le point de rupture :

- d'abord de la PCV, qui peut se fissurer et permettre la fuite de matériel discal dans ces fissures ;
- secondairement de la vertèbre elle-même, qui peut se fracturer.

Coefficient de Poisson discal

Dès 1954, les expériences de Hirsch et Nachemson ont montré que, comme n'importe quel solide soumis à une compression, lorsqu'un disque perd de la hauteur, il augmente légèrement son diamètre.

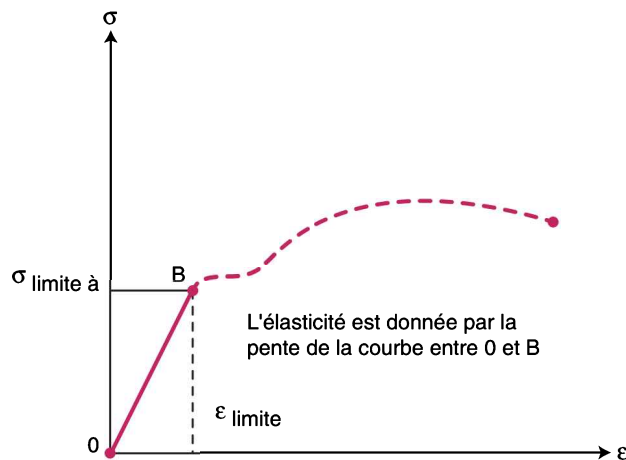


Figure 2.7 Module de Young.

Cette relation qui existe entre la modification de hauteur et la variation du diamètre est indiquée par le coefficient de Poisson. Il permet de caractériser la contraction ou la dilatation de la matière perpendiculairement à la direction de l'effort appliqué, selon le matériau considéré (figure 2.8).

De nombreuses études ont tenté de quantifier le coefficient de Poisson discal mais, du fait de l'hétérogénéité et de l'anisotropie discale, les mesures expérimentales manquent de fiabilité. Au niveau du disque lombaire, il semble toutefois admis que ce coefficient se situe aux alentours de 0,45–0,50.

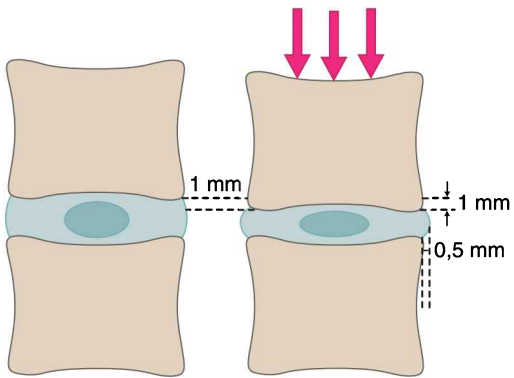


Figure 2.8 Coefficient de Poisson.
Source : Eléonore Lamoglia.

Ainsi, pour une charge de 40 kg, si le disque lombaire perd 1 mm de hauteur, il augmente son rayon de 0,5 mm (Hamel et al., 2013).

Ce qui est frappant, c'est de voir c'est que le disque sain se déforme très peu sous la charge, alors qu'un disque dégénéré subit des déformations beaucoup plus importantes (figure 2.9).

Phénomènes d'amortissement
Définitions et principes

La notion d'amortissement désigne la capacité de dissipation d'énergie par un matériau ou une structure soumis à une charge cyclique (Schmidt, Galbusera, Rohlmann & Shirazi-Adl, 2013).

Afin de rendre cette notion accessible à la compréhension, faisons un petit détour par l'histoire de la suspension automobile.

À ses débuts, l'automobile était généralement suspendue par des ressorts à lame. Le comportement élastique d'un tel système tendait à le faire osciller lorsqu'on le sollicitait. C'est ce que l'on peut observer sur certains films anciens où les voitures secouent «rythmiquement» et durablement leurs passagers lors de cahots ou d'irrégularités de la chaussée.

Par la suite vint la suspension par amortisseur, dispositif couplant parallèlement un ressort à un vérin hydraulique. Dans un tel dispositif, même des modi-

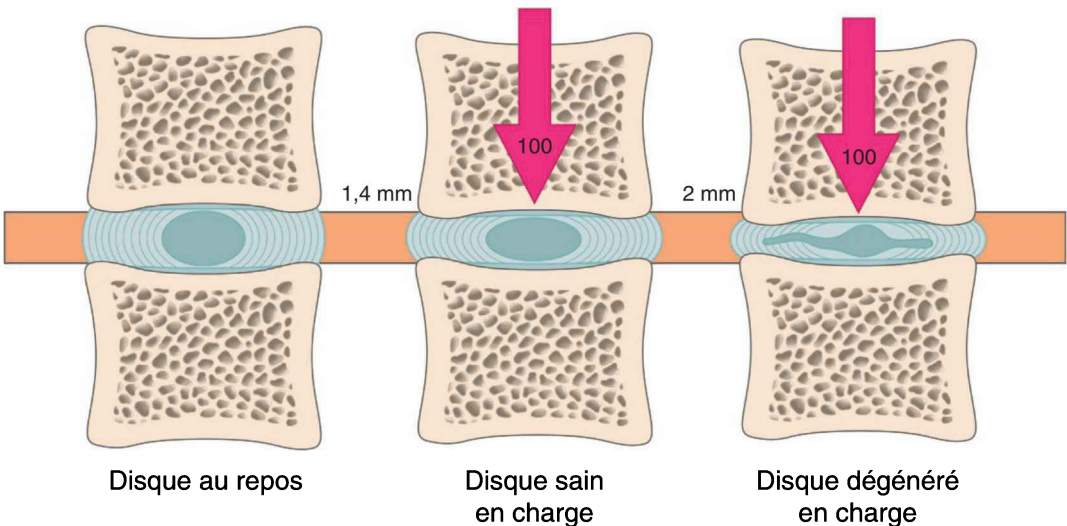


Figure 2.9 Relation déformation-contrainte.
Source : Eléonore Lamoglia.

fications brutales de longueur n'entraînent plus d'oscillations du ressort pour se stabiliser lors du retour à la position de repos. Dès lors, les amortisseurs collent la voiture au sol en absorbant les chocs et stabilisent ainsi sa tenue de route (figure 2.10).

Le comportement viscoélastique d'un matériau ou d'une structure s'assimile à celui d'un amortisseur et non à celui d'un ressort isolé. En effet, le couplage mécanique d'un ressort et d'un vérin en parallèle permet de comprendre comment la viscosité de l'un a la capacité de s'opposer à l'oscillation élastique de l'autre.

Élasticité discale

L'élasticité discale peut se définir comme la capacité d'un disque contraint à retrouver sa taille et sa forme après déformation (Buckwalter, Cooper & Maynard, 1976).

Le phénomène de précontrainte et l'élasticité des fibres de l'*annulus fibrosus* donnent au disque intervertébral la capacité de retrouver sa forme initiale.

Par ailleurs, comme nous l'avons déjà mentionné dans notre ouvrage sur la colonne cervicale, le DIV est une structure soumise à intégrité tensionnelle. Lorsqu'une sollicitation est appliquée à une telle structure, celle-ci trouve un nouvel équilibre dynamique en se déformant et en redistribuant les contraintes sur tous ses constituants. Lorsque l'on

retire la sollicitation, le système retrouve son état initial ; sa forme et son équilibre de départ sont restaurés. Les structures de tenségrité sont généralement caractérisées par cette propriété que l'on nomme mémoire de forme.

Amortissement discal

Bien que de nombreuses recherches aient fourni des informations substantielles sur la réponse dynamique du disque, on en sait finalement assez peu sur les effets d'amortissement au sein d'un disque que l'on cherche à mettre en oscillation. Voici quelques travaux qui se rapportent au phénomène :

- le NP possède de remarquables propriétés de déformation et d'amortissement. Une étude a été réalisée pour distinguer les propriétés d'amortissement respectives de l'AF et du NP du disque intervertébral lors de la propagation d'ondes vibratoires le long de l'axe vertébral. Cette expérience a été réalisée *in vivo* sur des babouins. Elle a montré que l'ablation du NP diminue les propriétés d'amortissement du DIV (Quandieu, Pellicieux, Lienhard & Valezy, 1983) :
 - il semble que la fréquence des sollicitations soit très importante. Une étude basée sur la relaxation de contrainte a établi que le *nucléus pulposus* se comporte différemment selon la vitesse d'application des sollicitations (Iatridis, Weidenbaum, Setton & Mow, 1996). Lorsque la déformation discale est obtenue lentement, le NP se comporte plutôt comme un fluide,
 - lorsque l'on se place dans des conditions dynamiques, le NP se comporte davantage comme un solide ;
- une autre étude, réalisée par la méthode des éléments finis et portant sur l'ensemble du disque (Guo et al., 2005), montre que :
 - lorsque la fréquence de la charge appliquée reste bien inférieure à la fréquence fondamentale du disque, l'effet de l'amortissement est négligeable,
 - pour les fréquences d'ordre supérieur, l'amortissement donne des vibrations plus lissées et diminue d'environ 50 % les amplitudes de vibration du déplacement et des contraintes ;
- dans le but d'établir les caractéristiques mécaniques du DIV pour la conception de dispositifs prothétiques de remplacement du NP, une

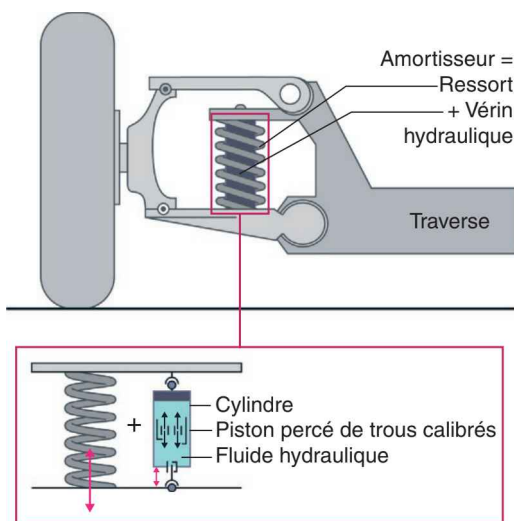


Figure 2.10 Amortisseur.

Source : Eléonore Lamoglia.

étude de quantification des propriétés d'amortissement du NP a été réalisée lors de déformations physiologiques (Vogel & Pioletti, 2012). Elle a établi que la capacité d'amortissement spécifique du NP du disque coccygien bovin est comprise entre 18 et 36 %. Les valeurs les plus basses de la capacité d'amortissement spécifique sont observées pour des fréquences correspondant à la dynamique des charges lors des activités quotidiennes comme la marche (0,1 à 1 Hz);

- reconsidérant la notion même de viscoélasticité, Gralka et Kroy (Gralka & Kroy, 2015) proposent un cadre de modélisation mathématique pour ce qu'ils nomment la biomécanique inélastique. Délibérément minimaliste et phénoménologiquement très riche, leur approche transcende le paradigme viscoélastique conventionnel. Elle semble prometteuse pour décrire et interpréter de façon unifiée un large éventail de données expérimentales. Elle serait parfaitement applicable à des phénomènes complexes et permettrait, entre autres, de mieux comprendre l'amortissement tissulaire (figure 2.11).

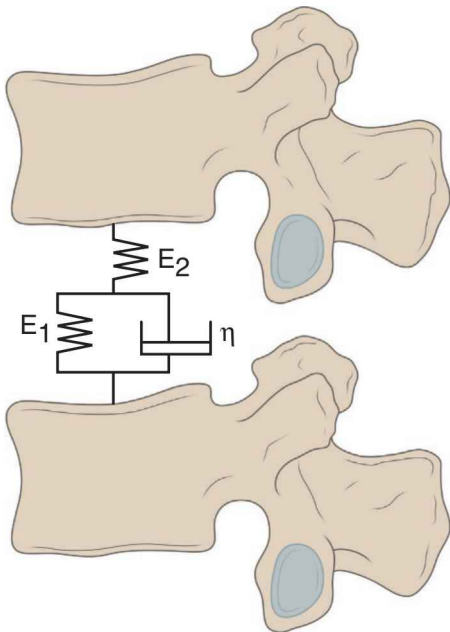


Figure 2.11 Modélisation de l'amortisseur discal.

Source : Eléonore Lamoglia.

Nécessité d'un amortissement discal

Selon Rabischong (Rabischong, 1996), l'amortissement mécanique rachidien semble lié à la nécessité d'éviter la transmission des chocs de la locomotion à la boîte crânienne qui se trouve au sommet du rachis et qui contient l'encéphale. Lors de la marche, du saut ou de la course, les chocs générés par le contact du sol sont déjà notablement amortis au niveau des grosses articulations du membre inférieur. Cependant, en l'absence d'un système d'amortissement complémentaire au niveau rachidien, ils risqueraient à long terme d'entraîner des lésions du système nerveux, quand bien même celui-ci bénéficie par ailleurs d'une protection par le liquide céphalorachidien.

Nous pensons que l'amortissement est également nécessaire pour la conservation de l'intégrité des structures articulaires elles-mêmes. Sans amortissement, l'usure des cartilages est plus rapide et les phénomènes discarthrosiques sont accélérés.

Le défi actuel des concepteurs de biomatériaux et de prothèses discales semble être de pouvoir trouver des biomatériaux dont les capacités d'amortissement soient proches de celles du DIV normal.

Intégrité tensionnelle et amortissement

Le concept de tenségrité s'impose de plus en plus dans la perspective d'une compréhension globalisante du rachis. Ce regard permet de sortir de l'analyse purement segmentaire de la colonne vertébrale et de rendre aux tissus mous toute leur importance dans une perspective plus large. Il permet aussi de replacer le disque dans un contexte un peu différent où il n'est qu'un maillon de l'intégrité tensionnelle du tronc. Nous en avons déjà développé certains aspects dans notre livre sur la colonne cervicale.

Paradigme

En s'attachant à décoder les principes de tenségrité au sein des êtres vivants, le Dr Levin (2002; Levin & Martin, 2012) a beaucoup contribué au développement du concept de biotenségrité. Selon lui, les os et le squelette vertébral ne doivent pas être vus comme une colonne de support. Ils devraient plutôt être considérés comme des éléments en compression, empêtrés et suspendus dans les interstices d'un réseau, hautement organisé, d'éléments tissulaires en tension.

Les os flottent littéralement dans ce réseau, à la manière du moyeu d'une roue de bicyclette qui est maintenu sus-

pendu et centré sous l'effet des tensions qui s'appliquent sur les rayons de la roue.

Modélisation

Certaines modélisations de la colonne vertébrale selon les principes de tenségrité permettent de réaliser une colonne flexible, dépourvue de DIV, articulée autour d'espaces intervertébraux vides. Les réalisations de Tom Flemons sont très parlantes de ce point de vue : les corps vertébraux semblent maintenus écartés par une force invisible résultant de l'architecture musculo-ligamentaire. Une telle colonne vertébrale est parfaitement flexible et peut fonctionner avec ou sans charge gravitaire (figure 2.12).

Cet éclairage invite à reconsidérer l'empilement rachidien et ses classiques colonnes de charge pour que le DIV n'apparaisse alors plus que comme un joint ou un simple connecteur, comblant une espace créé par un agencement tissulaire particulier autour de l'UFS.

Perspectives

Ainsi, selon le regard de la biotenségrité, plusieurs conséquences conceptuelles pourraient émerger.

Le DIV perdrait son rôle « d'écarteur » des corps vertébraux. L'espace intervertébral ne serait pas l'œuvre du

disque lui-même mais résulterait de l'agencement des tissus paravertébraux et de leurs tensions équilibrées.

Il existerait ainsi une complémentarité fonctionnelle entre les capacités mécaniques des éléments myofasciaux impliqués dans cette architecture singulière et les capacités d'absorption des contraintes au niveau discal. La dégénérescence discale ne se concevrait plus comme résultant de la seule responsabilité du disque mais découlerait aussi de l'altération du système de tenségrité. La perte de hauteur discale traduirait une surcharge discale occasionnée par une faillite fonctionnelle, plus ou moins localisée, des structures de tenségrité. La dégénérescence discale ne serait plus seulement la conséquence d'une altération discale qui conduirait à son auto-effondrement.

Parmi les nombreuses caractéristiques des systèmes de tenségrité, la mémoire de forme constitue un élément central. Les capacités d'amortissement discal semblent parfois remises en question par certaines études qui soulignent que le disque est une structure peu amortissante à certaines vitesses de charge. Les phénomènes d'amortissement discal pourraient ainsi finalement relever davantage de la structure de

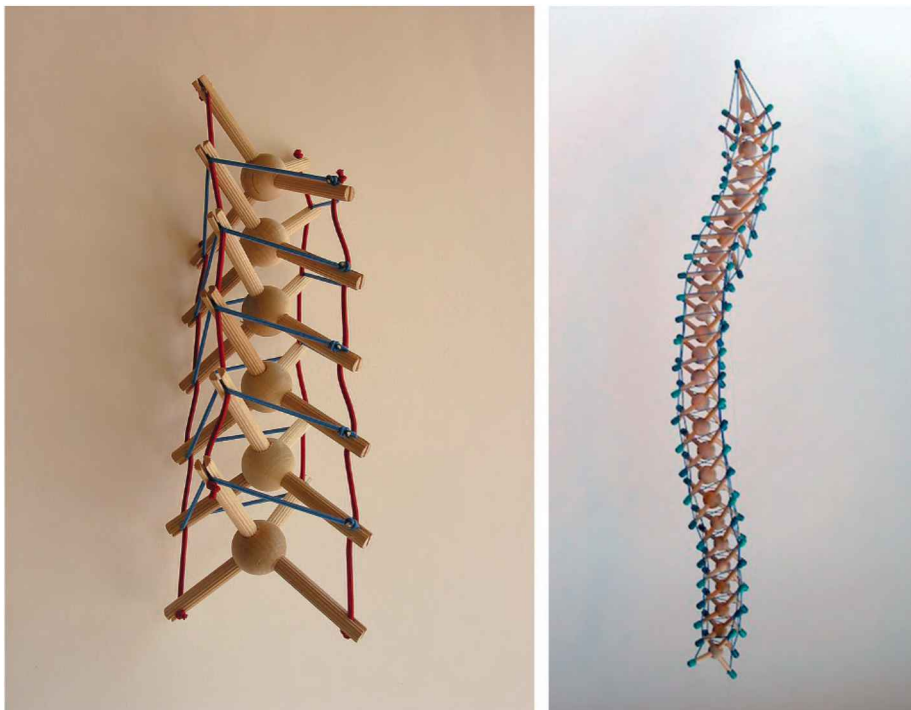


Figure 2.12 Modèles de Tom Flemons.

Source : Copyright T. Flemons, 2006. <http://intensiondesigns.ca/>

tenségrité vertébrale que du disque lui-même, ce qui ne serait pas sans présenter de nombreuses analogies avec les systèmes d'amortissement des autres articulations du corps, où des systèmes en porte-à-faux et la construction fascio-ligamentaire sont au centre de la fonction d'amortissement.

Rhéologie discale

Suivant le niveau d'organisation auquel on se place pour étudier les propriétés du DIV, plusieurs modèles ont été proposés pour en comprendre les propriétés mécaniques. Le jeu des liquides à l'intérieur du disque est de très grand intérêt, c'est le domaine de la rhéologie discale.

Au regard de ces données, il apparaît que les propriétés biomécaniques du DIV sont en définitive extrêmement complexes puisqu'elles dépendent à la fois de propriétés viscoélastiques, poroélastiques et osmotiques (Hamel et al., 2013).

Poroélasticité

Selon une modélisation physique, le DIV est assimilable à « une matrice poroélastique comprenant une phase solide saturée par une phase aqueuse contenant des ions et des métabolites en solution » (Magnier, Boiron & Wendling-Mansuy, 2011 ; Vergroesen, van der Veen, Emanuel, van Dieën & Smit, 2015).

La poroélasticité se caractérise par le transport d'éléments à travers les pores cartilagineux et osseux. Il s'agit à la fois d'un phénomène de convection lors de la mise en charge et de phénomènes passifs de diffusion.

Osmotico-mécanique

La quantité de liquide à l'intérieur du DIV n'est pas constante mais dépend du niveau de charge qu'il subit.

En position couchée, le faible niveau de contraintes sur le DIV lui permet d'absorber l'eau et les substances nutritives. En charge, il se produit un écoulement de fluide du DIV vers les corps vertébraux qui se poursuit jusqu'à obtention d'un équilibre des pressions avec la sollicitation externe.

Lors d'une compression prolongée, par exemple en position debout en portant une charge, le NP peut perdre jusqu'à 20 % d'eau et présenter une diminution de hauteur.

Inversement, lorsque la charge diminue, le DIV réabsorbe du liquide pour atteindre un nouvel équilibre osmotique (Johnstone et al., 1992).

Ainsi, l'hydratation discale est fonction des changements de position et des mouvements, à la façon d'une éponge soumise à des variations de pression. Ceci explique qu'une personne soit plus grande le matin que le soir, d'un à deux centimètres.

Ces différents phénomènes d'écoulement des fluides au sein du DIV permettent de définir le comportement rhéologique du DIV qui lui confère sa viscoélasticité.

Ce comportement viscoélastique est sous-tendu par la matrice extracellulaire (MEC) et notamment celle du NP. La MEC absorbe les forces de compression par l'intermédiaire des variations de pression osmotique du liquide interstitiel et des protéoglycanes présents en son sein (Adams & Roughley, 2006).

Dans ce contexte, c'est la qualité structurale de la MEC qui conditionne la bonne résistance du DIV aux contraintes qu'il subit.

Le temps de renouvellement des constituants de la MEC représente un élément déterminant pour assurer la continuité dans le temps des propriétés biomécaniques du DIV. Dans le cas d'un DIV sain, la demi-vie des constituants de la MEC est de l'ordre d'une dizaine d'années pour l'agrécan et de 90 ans pour le collagène (Sivan et al., 2006 et 2008).

Une diminution importante de ces demi-vies a été décrite dans le cas de DIV dégénérés. Elle s'accompagne d'une perturbation du comportement viscoélastique du DIV avec une viscosité augmentée. La durée de la relaxation de contrainte augmente et avec elle apparaît une diminution des capacités du DIV à absorber les contraintes subies (Iatridis, 1996).

Comportement dynamique et flexibilité segmentaire

Proportion disco-corporéale

La hauteur discale est importante, surtout lorsqu'on la compare à la hauteur des vertèbres qui l'entourent. Cette proportion rend assez bien compte de la mobilité rachidienne.

Elle constitue ce qu'on appelle l'indice disco-corporéal. Cet indice permet de définir un

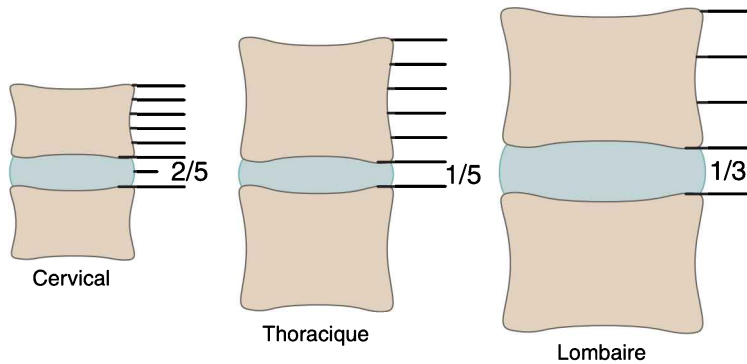


Figure 2.13 Proportion disco-corporeale.

Source : Eléonore Lamoglia.

coefficient de mobilité (Castaing & Santini, 1996), qui est le reflet de la mobilité segmentaire. Plus ce coefficient est grand et plus la mobilité est importante (Kapandji, 2010).

Selon Testut, la hauteur du disque comparée à celle des corps vertébraux est de :

- 2/5 dans la région cervicale ;
- 1/5 dans la région thoracique ;
- 1/3 dans la région lombaire (figure 2.13).

C'est au niveau cervical que cette hauteur relative est la plus grande. C'est aussi la région où la mobilité segmentaire est la plus grande.

NB : chez le nouveau-né, le rapport est de 1/1 pour tous les segments (Castaing & Santini, 1996).

Axes de mouvement

Lors des mouvements physiologiques de la colonne vertébrale, il n'existe pas d'axe fixe, mais une succession d'axes instantanés de rotation. Le déplacement des centres instantanés de rotation au cours de mouvements vertébraux trace une courbe enveloppe, dont la forme et la localisation n'est pas sans évoquer la situation du NP au sein de l'espace intervertébral (figure 2.14).

Le NP représenterait une sorte de « zone pivot » à l'intérieur du disque, un endroit où les contraintes de traction seraient relativement faibles, d'où sa pauvreté en fibres de collagène. Ainsi, la position et la forme du NP matérialiseraient une sorte d'enveloppe ou d'intégrale des CIR vertébraux.

Mouvements

Bien qu'il soit très artificiel de vouloir isoler l'articulation disco-corporeale du reste du complexe de l'UFS, il est intéressant de voir le comportement des différentes parties du DIV lors des différents mouvements. Rappelons qu'en théorie, cette articulation possède six degrés de liberté et que les corps vertébraux pourraient se mouvoir en tous sens. Bogduk (2005) regroupe les différents mouvements, selon leur typologie et les contraintes engendrées sur le disque, et parvient à quatre grandes catégories d'effets discaux :

- séparation ou rapprochement le long de l'axe longitudinal ;
- balancement dans le plan frontal ou sagittal ;
- glissement selon l'axe sagittal ou selon l'axe frontal ;
- rotation autour de l'axe longitudinal.

Séparation

Elle résulte d'un mouvement de décompression tendant à écarter les plateaux vertébraux l'un de l'autre et à ouvrir l'espace intervertébral.

Lors d'un tel mouvement, aussi appelé distraction, sur les vertèbres, la pression intradiscale diminue, le NP gagne un peu de hauteur, toutes les fibres de l'AF se verticalisent et se tendent, dans toutes les lamelles, quelle qu'en soit l'orientation. Du fait de la très grande densité fibrillaire dans l'AF, la résistance du

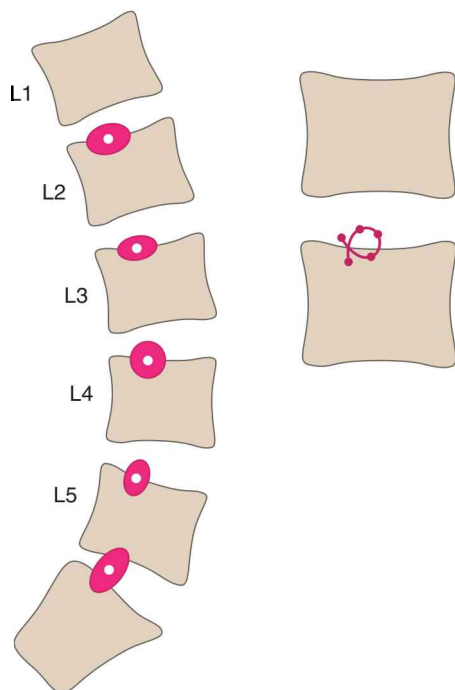


Figure 2.14 NP enveloppant des CIR.

Source : Eléonore Lamoglia.

disque aux forces de traction verticale est considérable.

C'est dans les activités de suspension du corps par les mains ou lors de tractions thérapeutiques sur table que s'exerce pareille distraction sur le DIV. Cependant, il est difficile de considérer isolément la résistance de ce dernier, puisqu'il est toujours assisté dans ces circonstances par le LLA et LLP et par les actions musculaires (figure 2.15).

Un élément de cohésion

Grâce aux solides et intimes connections qu'il réalise entre deux vertèbres adjacentes, chaque DIV s'oppose à la séparation des vertèbres qu'il réunit. Il joue un rôle majeur dans le respect de l'intégrité des unités fondamentales du rachis. C'est un élément de tout premier ordre dans la cohésion de la chaîne articulée vertébrale. Cependant, il faut noter que le DIV est moins résistant en traction qu'en compression.

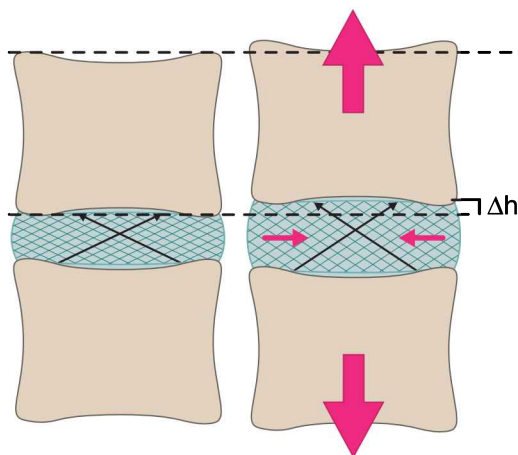


Figure 2.15 Mouvement de séparation.

Source : Eléonore Lamoglia.

Balancement

Dans un mouvement de balancement, l'espace intervertébral s'ouvre d'un côté et tend à se fermer de l'autre côté. Le balancement du corps vertébral dans le plan sagittal se produit lors d'un mouvement de flexion ou d'extension. Le balancement dans le plan frontal survient lors des mouvements d'inclinaison latérale droite ou gauche (Bogduk, 2012).

Au niveau discal, les effets d'un tel mouvement peuvent se concevoir comme résultant de l'application d'une charge asymétrique sur la vertèbre supérieure.

La déformation discale qui en résulte implique une contrainte en compression du côté du mouvement et une contrainte en traction du côté opposé.

Les fibres de l'*annulus* sont raccourcies du côté du mouvement et sont étirées du côté opposé au mouvement.

Le *nucléus* est comprimé du côté du mouvement et déchargé du côté opposé; il se déforme et tend à s'échapper vers le côté déchargé (figure 2.16).

La déformation et l'échappement du NP viennent lui faire prendre appui contre les fibres de l'AF du côté où elles sont tendues par le mouvement. De ce fait, il résulte une augmentation de la PID et une certaine autostabilité du DIV (figure 2.17).

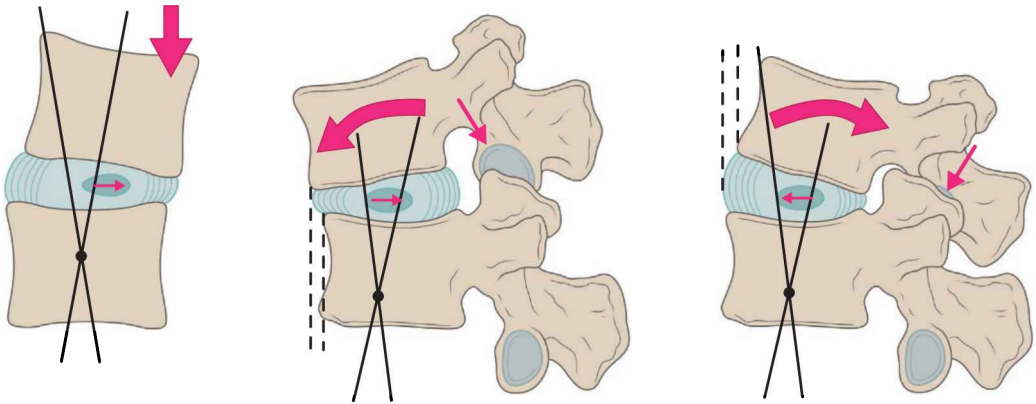


Figure 2.16 Mouvement de balancement.

Source : Eléonore Lamoglia.

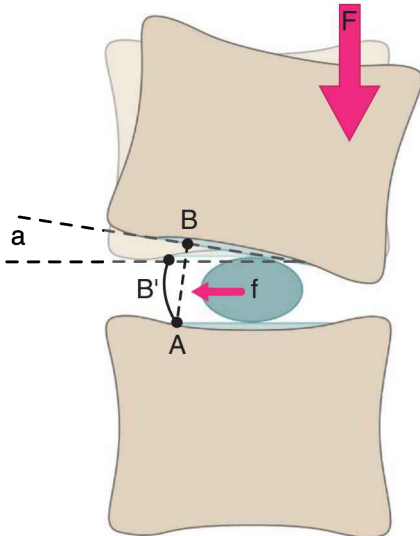


Figure 2.17 Relation NP-AF dans le balancement.

Source : Eléonore Lamoglia.

Glissement

Il s'agit de mouvements de translation dans l'espace intervertébral, soit le long d'un axe frontal, lors de glissement latéraux, soit le long d'un axe sagittal, lors de glissements antéropostérieurs. Ces mouvements créent des contraintes en cisaillement sur le disque.

Du fait de l'alternance d'obliquité des fibres dans les lamelles de l'AF, seule une lamelle sur deux résiste au mouvement.

Les fibres dont l'obliquité est en direction du mouvement sont étirées. Les fibres de direction opposée sont relâchées (figure 2.18).

Selon la direction du mouvement, les fibres des différents secteurs du disque ne sont pas concernées de la même manière.

Pour les glissements dans le plan sagittal, glissements antérieur ou postérieur, ce sont les fibres des secteurs latéraux du disque qui subissent les phénomènes de tension et de détente induits par le mouvement. Les fibres des secteurs antérieur et postérieur sont beaucoup moins impliquées.

Pour les glissements dans le plan frontal, glissements latéraux, ce sont les fibres des secteurs antérieur et postérieur de l'AF qui sont les plus sollicitées. Les fibres des secteurs latéraux sont moins concernées.

Rotation

Ce sont des mouvements de l'articulation intercorporéale qui se produisent dans un plan horizontal, autour d'un axe vertical, en rotation droite ou gauche.

Ici encore, du fait de l'obliquité croisée des lamelles de l'AF, seules celles qui sont orientées en direction du mouvement voient leurs points d'attaches s'éloigner et vont se tendre. Les fibres d'obliquité inverse ont leurs points d'attache qui se rapprochent et, par conséquent, se détendent.

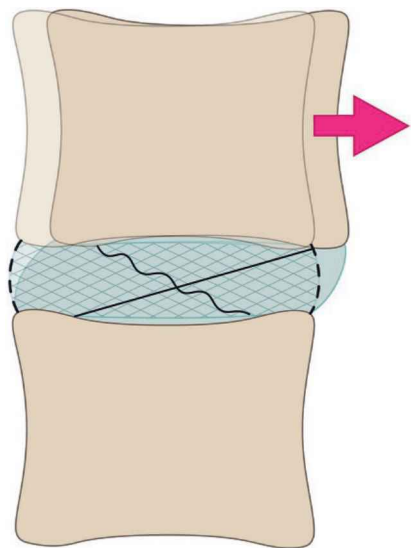


Figure 2.18 Mouvement de glissement.

Source : Eléonore Lamoglia.

Note clinique

Intérêt ostéopathique

L'AF résiste aux mouvements de rotation avec seulement la moitié de ses fibres de collagène. La moitié des lamelles de l'AF est étirée, pendant que l'autre moitié est relâchée. Sa résistance est moindre en rotation et c'est l'une des raisons pour lesquelles la rotation est souvent impliquée dans les blessures discales (figure 2.19).

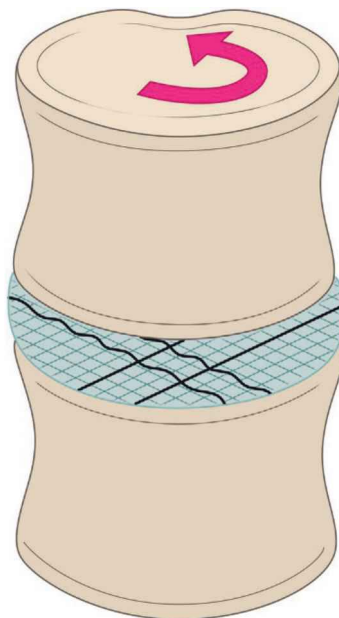


Figure 2.19 Rotation au niveau discal.

Source : Eléonore Lamoglia.

jamais nulle, même au repos. De ce fait, le DIV est toujours précontraint et peut transformer une partie des charges verticales en contraintes tangentielles sur l'AF.

Mécanismes de protection discale

Il existe quelques mécanismes qui sont réputés pour assurer une certaine protection du disque contre les surcontraintes lors des mouvements ou des transferts de charges. Ces phénomènes se complètent mutuellement et leur rôle est particulièrement significatif pour les disques de la région thoraco-lombaires qui sont exposés aux charges les plus fortes.

Propriétés hydrostatiques du DIV

La précontrainte discale assure une certaine autostabilité au disque. C'est le premier paramètre de stabilité et de protection d'un disque sain et intègre. La pression intradisciale n'est

Propriétés pneumatiques de la cavité abdominale

Une coupe transversale du tronc, comme on peut l'observer sur une TDM lombaire, montre que la cavité abdominale se situe ventralement mais aussi latéralement à la colonne vertébrale. Depuis longtemps, on considère que cette cavité peut, du fait de certaines conditions de pression, tuteurer la colonne lombaire et se comporter comme un cylindre semi-rigide capable de décharger la colonne vertébrale de certaines contraintes de charge (Bartelink, 1957 ; figure 2.20).

Plusieurs travaux de recherche ont semblé vouloir remettre en cause cette vision des choses. Cependant, au moins une étude récente a confirmé que la pression intra-abdominale a un effet substantiel de déchargement de la colonne vertébrale dans toutes les directions des moments externes générés par les mouvements (Stokes, Gardner-Morse & Henry, 2010). Le déchargement résulte

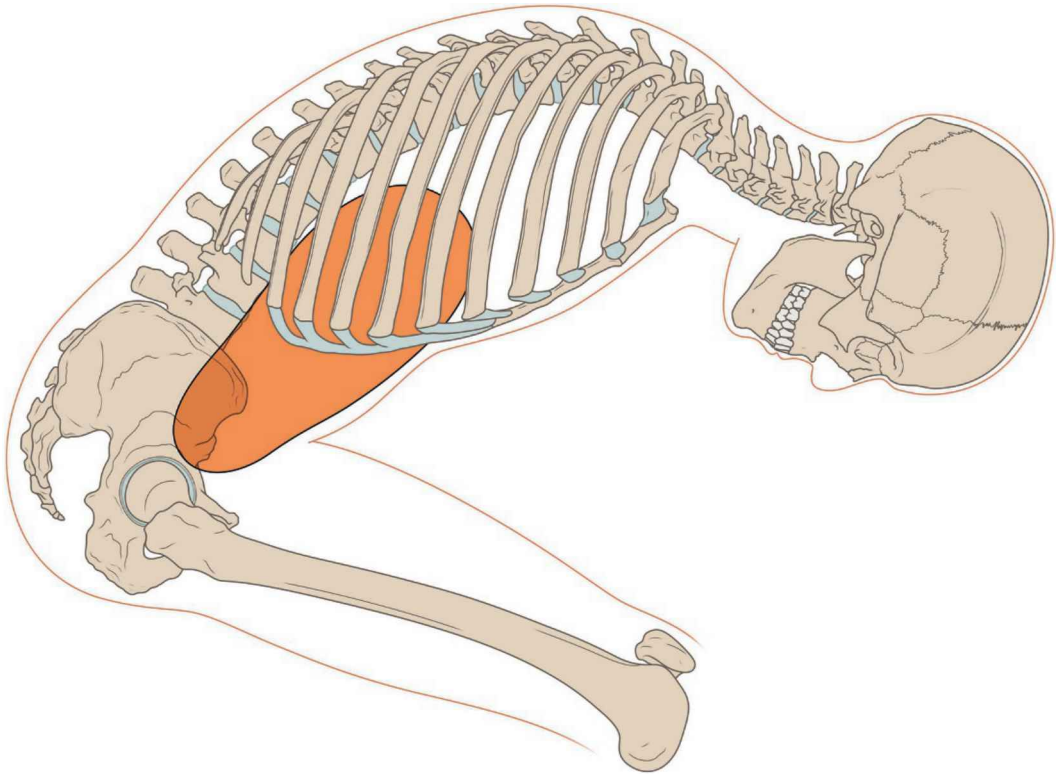


Figure 2.20 Théorie du ballon abdominal de Bartelink.

Source : Eléonore Lamoglia.

d'un moment d'extension, généré par la pression intra-abdominale, qui dépasse le moment de flexion généré par les forces d'activation des muscles de la paroi abdominale. Ces résultats confortent l'idée que la pressurisation intra-abdominale est bénéfique car elle diminue les contraintes qui s'appliquent sur les DIV.

Fascia thoracolombaire

Par son agencement et ses connections, le *fascia* thoracolombaire se comporte comme un véritable système raidisseur de la colonne lombaire.

Rappel anatomique

Le *fascia* thoracolombaire se compose de deux couches dont les effets biomécaniques sur la colonne lombaire sont avérés. Il se présente sous l'aspect d'un épais feuillet constitué de deux lames aponévrotiques qui enserrent la masse des érecteurs rachidiens. La lame dorsale ou superficielle

se fixe sur les processus épineux, tandis que la lame ventrale ou profonde (située à la face dorsale du carré des lombes) se fixe sur les processus transverses. Les deux lames se rejoignent sur le bord latéral des érecteurs du rachis pour former le raphé latéral.

Les fibres conjonctives qui constituent le *fascia* thoracolombaire sont très entrecroisées et font de ce *fascia* un véritable treillage. Elles émanent de prolongements aponévrotiques principalement issus des muscles :

- transverse de l'abdomen ;
- grand dorsal ;
- oblique interne ;
- dentelés postérieur et inférieur (figure 2.21).

L'orientation des fibres de la lame aponévrotique dorsale est double :

- le plan superficiel, dont la composante majeure est fournie par l'aponévrose du grand dorsal, est oblique en direction caudale et médiale ;

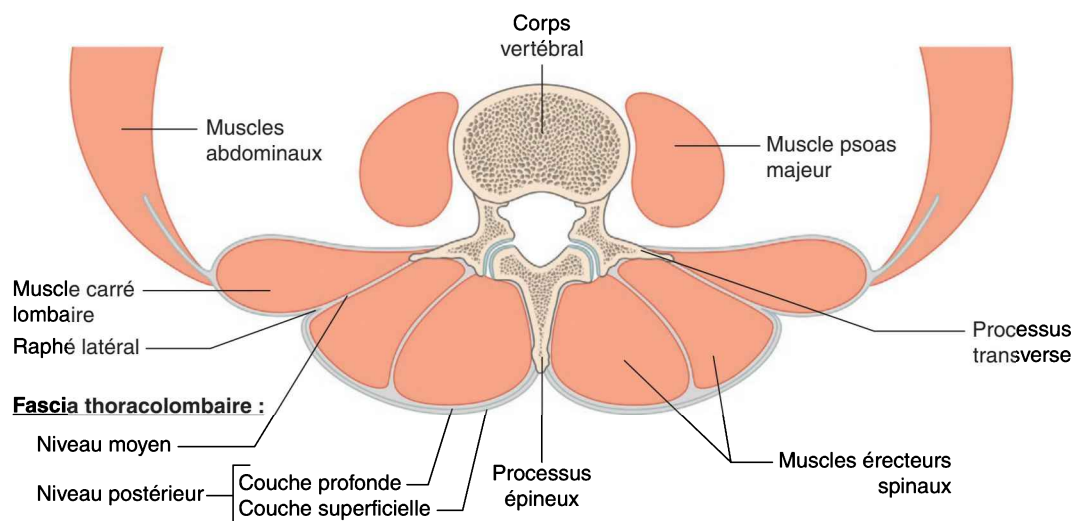


Figure 2.21 Fascia thoracolombaire.

Source : Eléonore Lamoglia.

- le plan profond, prolongement de la lame ventrale, est oblique en direction caudale et latérale.

Action mécanique

Le raphé latéral se trouve en continuité avec les fibres horizontales du muscle transverse de l'abdomen. La contraction de ce dernier provoque la fermeture du dièdre formé par les deux lames aponevrotiques, produisant au moins deux effets :

- dans le plan sagittal, création d'un moment d'extension sur la colonne lombaire, au niveau de la ligne des épineuses ;
- dans les plans frontal et transversal, raidissement du plan aponévrotique rétro et pré-musculaire qui limite l'expansion radiale de la masse musculaire qui se produit lors de la contraction des érecteurs du rachis. Ce phénomène produit une contre-pression perpendiculaire à l'axe rachidien (Gracovetsky, 2008). Il augmenterait de 30 % l'efficacité des érecteurs du rachis (Hukins, Aspdén & Hickey, 1990 ; figure 2.22).

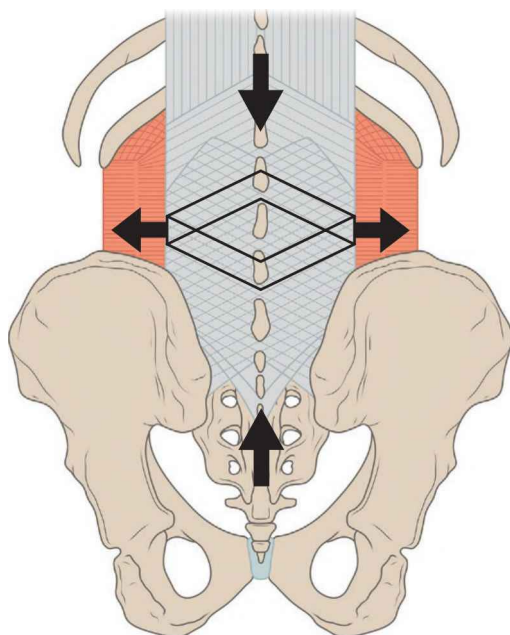


Figure 2.22 Effet de la contraction du muscle transverse de l'abdomen.

Source : Eléonore Lamoglia.

Dérivation sanguine

Lorsque la pression intra-abdominale augmente, par exemple lors d'un effort de soulèvement, la circulation de retour est dérivée de la

veine cave inférieure par le plexus de Batson vers les veines épidurales. Ainsi, la pression dans les plexus veineux intrarachidiens augmente (Nixon, 1986).

Cette augmentation de la pression intracana-laire rachidienne, à l'instar du rôle joué par la pression abdominale, crée une sorte de tuteur invisible, mais cette fois-ci à l'intérieur de la colonne elle-même. Ce phénomène intrarachi-dien joue un rôle protecteur non seulement sur les éléments neurologiques contenus, mais aussi sur le DIV lui-même.

Il en résulte également une augmentation de la pression veineuse intra-osseuse dans le spongieux des corps vertébraux, qui contribue à renforcer le corps vertébral contre les charges de compression (Nixon, 1986). Ce phénomène d'origine vasculaire qui porte le nom de renforcement hydraulique augmente la rigidité et la résistance de l'os cortical (Liebschner & Keller, 2005).

This page intentionally left blank

Chapitre 3

Étiopathologie discale

Sénescence discale

La sénescence discale correspond au processus de vieillissement du disque. Elle est physiologique et débute vers l'âge de 15 ans pour finir vers l'âge de 80 ans. Dans certaines circonstances, si elle s'accélère, elle conduit à une dégradation prématurée du disque puis des structures avoisinantes.

Déshydratation progressive du *nucléus*

Lors de la sénescence discale, les chondrocytes meurent progressivement et lentement par apoptose. Le taux de synthèse des protéoglycanes diminue, de même que leur concentration dans le *nucléus* (65 % du poids sec chez le sujet jeune et 30 % à 60 ans).

Plus le *nucléus* perd des protéoglycanes, plus il se déshydrate. Il diminue progressivement sa concentration en eau : 90 % à 20 ans, 80 % à 30 ans, 70 % après 60 ans (Rannou, 2004).

L'*annulus* reste stable avec une hydratation de 70 % quel que soit l'âge. Dans un disque sain, l'*annulus* est très peu déformable tout au long de la vie.

Déformation de l'*annulus*

Les fibres de collagène, fines et peu nombreuses au début de la vie, deviennent serrées, s'épaississent et se groupent en faisceaux grossiers, perdant progressivement les différentes orientations possibles (fibrose anarchique).

Le vieillissement normal est homogène et progressif. Les disques deviennent de plus en plus raides et perdent peu à peu leur plasticité et leur capacité à se relaxer. Il touche aussi les systèmes capsuloligamentaires et ligamentaires avoisinants

qui se fibrosent eux aussi, créant une véritable raideur globale des arthrons.

Contrairement à une idée répandue, le disque ne se tasse pas avec l'âge. La perte de hauteur du disque est le résultat d'une altération non physiologique.

Dégénérescence discale

Les facteurs bloquant la synthèse ou activant la dégradation des protéines matricielles sont au cœur de la dégradation discale pathologique. La compréhension et la connaissance des facteurs étiologiques permettent aux thérapeutes de mettre en place un protocole de soin adapté. L'ensemble de la littérature accorde à la génétique la part la plus importante dans les causes de discopathie précoce. D'autres facteurs comme le stress mécanique, le tabac, les pathologies vasculaires et les pathologies inflammatoires ou infectieuses ou oxydatives influencent la vie cellulaire du disque (Chan, 2011).

L'âge provoque un vieillissement du disque mais, comme nous l'avons déjà exposé, il n'est pas responsable d'une pathologie. Il existe donc chez les sujets âgés des disques vieillissants plus déshydratés, plus raides, mais c'est un phénomène normal pour l'âge.

Anomalies génétiques

Certaines anomalies génétiques sont responsables d'anomalies discales. Tous les constituants de la matrice extracellulaire peuvent être touchés, provoquant un défaut global dans la fonction du disque. Il existe un lien statistique entre le terrain génétique familial et les lombalgies d'origine discale (Livshits, 2011, Balagué, 1999, Battie, 2004). Il représente entre 50 et 74 % des discopathies avant l'âge de 40 ans.

Excès de contraintes mécaniques asymétriques

Pour simplifier, nous pouvons avancer que des contraintes mécaniques anormales appliquées au rachis lombaire accélèrent la dégradation du disque (figure 3.1). Il existe des stress aigus qui peuvent s'ajouter au stress chronique constant (Bogduk, 2005, Mac Gill, 2007).

Les activités physiques occupationnelles (bricolage, jardinage, etc.) ou liées au travail sont responsables de nombreux accidents discaux. Certains mouvements comme la flexion du tronc jambes tendues, les mouvements cycliques du tronc, le port de charges lourdes ou les mouvements combinés en flexion-torsion du tronc semblent liés à des lésions du disque ou du plateau vertébral. Ces lésions mécaniques peuvent expliquer la plupart des lombalgies aiguës rapidement résolutive.

Plusieurs anomalies structurelles congénitales ou acquises favorisent les asymétries de contraintes mécaniques appliquées au rachis lombaire.

Anomalies de la jonction lombo-sacrée ou du bassin

Des anomalies transitionnelles, comme la lombalisation de la première vertèbre sacrée ou l'hémisacralisation de L5, induisent un stress mécanique délétère sur le dernier disque.

La lyse isthmique unilatérale provoque un glissement asymétrique de la vertèbre supérieure sur la vertèbre inférieure.

Scoliose idiopathique ou génétique

La scoliose idiopathique, elle aussi, est un facteur important favorisant l'apparition d'une dégénérescence discale non physiologique à l'âge adulte. Des excès d'inclinaisons latérales (angle de Cobb) ou de rotations mettent en péril les disques des articulations des bases ou des sommets des courbures. La notion d'équilibre dans le plan frontal (de face) ou dans le plan sagittal (de profil) est tout aussi importante pour le devenir du rachis.

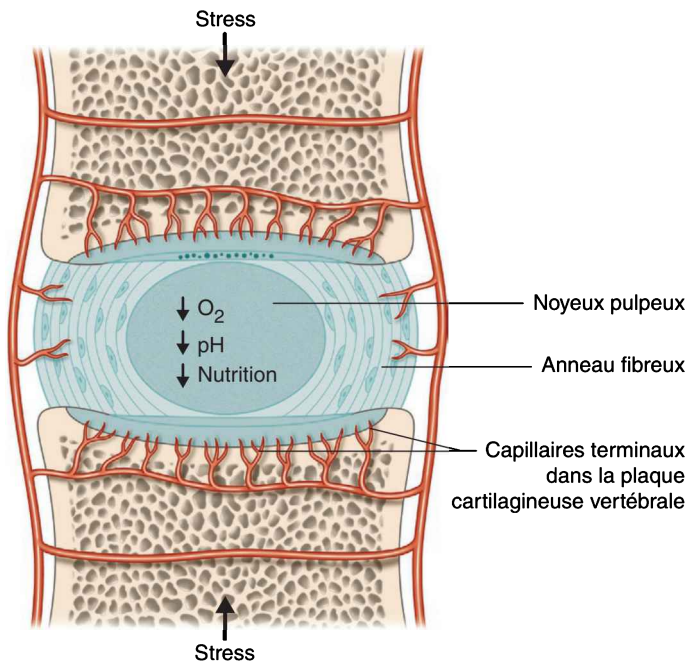


Figure 3.1 Rôle du stress mécanique dans la dégradation discale.

Source : Eléonore Lamoglia.

Séquelles traumatiques

Des séquelles traumatiques pendant l'enfance ou l'adolescence (exemple : fracture-arrachement du listel marginal) modifient l'architecture rachidienne et peuvent ainsi précipiter sa détérioration à l'âge adulte.

Anomalies des membres inférieurs

Une bascule du bassin avec une inégalité de longueur des membres inférieurs supérieure à 1 cm peut être responsable d'une discopathie lombaire basse, par exemple.

Une dysplasie de hanche induit des compensations locorégionales sur les articulations sus et sous-jacentes. Elle peut être à l'origine de pathologies discales (principalement l'étage L4-L5 et/ou L5-S1). Une pathologie d'un genou peut, elle aussi, induire des pathologies discales plus hautes (L2-L3 ou L3-L4 ; [Balagué, 1999](#) ; [figure 3.2](#)).

L'anomalie mécanique provient au départ du membre inférieur droit avec une coxopathie de la hanche droite. Nous voyons la déformation du col et de la tête fémorale par rapport au côté sain, ainsi que par l'inflammation de l'articulation.

Pour éviter la douleur de la hanche droite, le patient modifie spontanément la position du centre de gravité qu'il déporte à gauche (syndrome de décharge). La compensation pour équilibrer les masses et garder l'équilibre induit une augmentation de la charge mécanique du disque L4-L5 à

droite en latéroflexion. Nous voyons bien sur ces images l'atteinte du disque L4-L5 avec le pincement latéral droit et l'adaptation de l'os sous-chondral en miroir (tache blanche sur les deux clichés).

L'inverse est aussi possible et un problème lombaire peut créer un problème de hanche secondairement en modifiant la répartition des masses dans le bassin ([Porterfield, 2007](#)).

Excès de contraintes mécaniques symétriques

Relation entre l'angle d'incidence pelvienne et la courbure lombaire

Il existe un lien très fort entre l'angle du bassin (incidence pelvienne) et la courbure lombaire de profil. L'angle du bassin est un peu comme la carte d'identité du patient ([Le Huëc, 2009](#)). Elle ne change pas au cours de la vie. Nous pouvons donc, à partir de l'incidence pelvienne, estimer la courbure lombaire et déterminer si le patient est en hyperlordose ou non.

Lorsque le patient présente une hyperlordose lombaire par rapport à son bassin, les articulations postérieures seront principalement touchées, ainsi que la partie antérieure des disques. À l'inverse, lorsque le patient présente une hypolordose lombaire par rapport à son bassin, le système discal postérieur sera principalement endommagé.

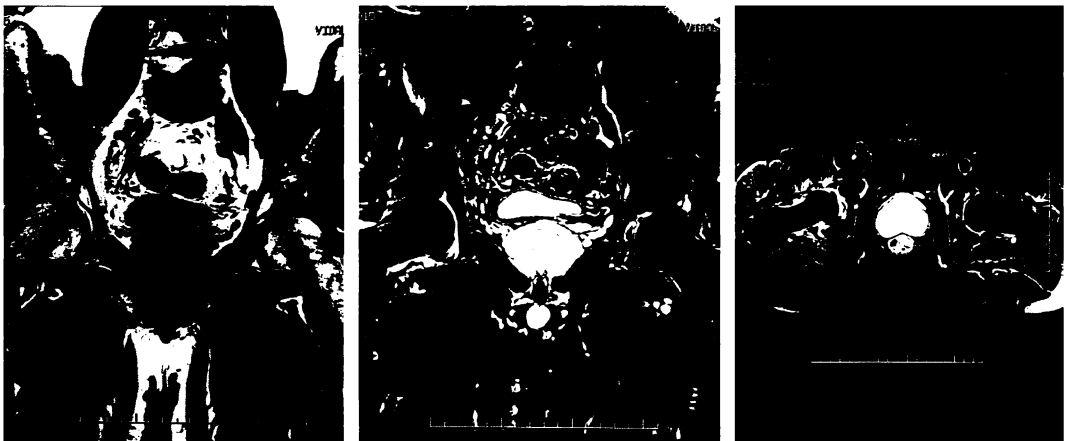


Figure 3.2 Syndrome de charge avec discopathie L4-L5 droite et coxarthrose de la hanche droite. IRM du bassin : vues de face et vue inférieure.

Types de rachis favorisant les pathologies

Roussouly, de son côté, a proposé une classification des différents types de rachis de profil rencontrés dans la population générale (cliché du rachis dans le plan sagittal). Cette classification décrit quatre types avec des courbures de plus en plus grandes. Les patients présentant un dos plat (type 2), par exemple, ont 93 % de chances d'être affectés par des lombalgies discales. Les patients avec un rachis de type 4 présentent des courbures plus importantes dites dynamiques qui favorisent la pratique du sport et diminuent le risque de pathologie discale. En revanche, ils présenteront un risque plus élevé de pathologie des articulations postérieures.

Anomalies de croissance et de forme

Des anomalies de la croissance rachidienne, comme la maladie de Scheuermann ou d'autres dysplasies, sont responsables de discopathies, avec ou sans douleur sur le segment rachidien concerné. Elles peuvent aussi être responsables, à l'âge adulte, de discopathies plus basses que le niveau initial. Nous rencontrons fréquemment ce cas dans nos consultations, avec des discopathies lombaires basses chez des patients présentant des anomalies de croissance touchant initialement le rachis thoracique.

Les pathologies osseuses du corps vertébral comme les fractures, les fractures tassements et l'ostéoporose affectent le fonctionnement du disque intervertébral. Comme nous l'avons vu dans le premier chapitre de cet ouvrage, le disque est intimement lié à l'os vertébral. Les formes des corps vertébraux sus et sous-jacents déterminent en partie la forme du disque intervertébral.

Surpoids et grandes tailles

Les caractéristiques anthropométriques comme le surpoids et la grande taille sont corrélés à un risque élevé de lombalgie d'origine discale (Balagué, 1999).

Excès de sport

En ce qui concerne les activités sportives, le risque de lombalgie augmente de façon linéaire avec le nombre d'heures de pratique par an (à partir de 220 heures), le nombre de saisons jouées (selon la

discipline) et le niveau de pratique (Van Hilst 2014, Sato, 2011, Nagashima, 2013). Tous les sports sont concernés de façon identique, sauf la course d'orientation qui est corrélée négativement avec le risque de lombalgie (Foss, 2012).

Microangiopathie

La vascularisation du disque est indirecte, comme dans le cartilage, et toutes les anomalies de perfusion des corps vertébraux peuvent être responsables d'une discopathie. Il a été prouvé qu'il existe un lien entre la diminution de la perfusion artérielle des vertèbres et la diminution du coefficient de diffusion du disque (Radilogy & Rannou, 2004). Hassler a démontré que la perfusion périphérique de l'*annulus* n'est pas diminuée par les lésions discales, ni par l'âge. Il retrouve, en revanche, une diminution de la perfusion de la plaque cartilagineuse corrélée à l'âge. Elle explique pour lui le lien entre le vieillissement de l'individu et la dégénérescence discale.

Syndrome métabolique

Les pathologies comme le syndrome métabolique, l'hypercholestérolémie et hypertriglycéridémie créent une microangiopathie avec une diminution de la vascularisation des plaques cartilagineuses et de la partie externe de l'*annulus*.

Tabac

Le tabac provoque une inflammation des artérioles et un spasme des petites artères. De plus, il existe un transfert et une accumulation de produits chimiques toxiques dans le disque. Le tabac est directement responsable d'une dégradation accélérée du disque par ces deux phénomènes. L'arrêt du tabac est donc impératif, mais si il permet de stopper la dégradation chimique par agents toxiques et le spasme des petites artères, les lésions des artérioles sont par contre, elles, irréversibles. (Jackson, 2015, Balagué, 1999 ; figure 3.3).

Diabète

Il est important de stabiliser le diabète d'un patient souffrant de lombalgie. Il faut garder en mémoire

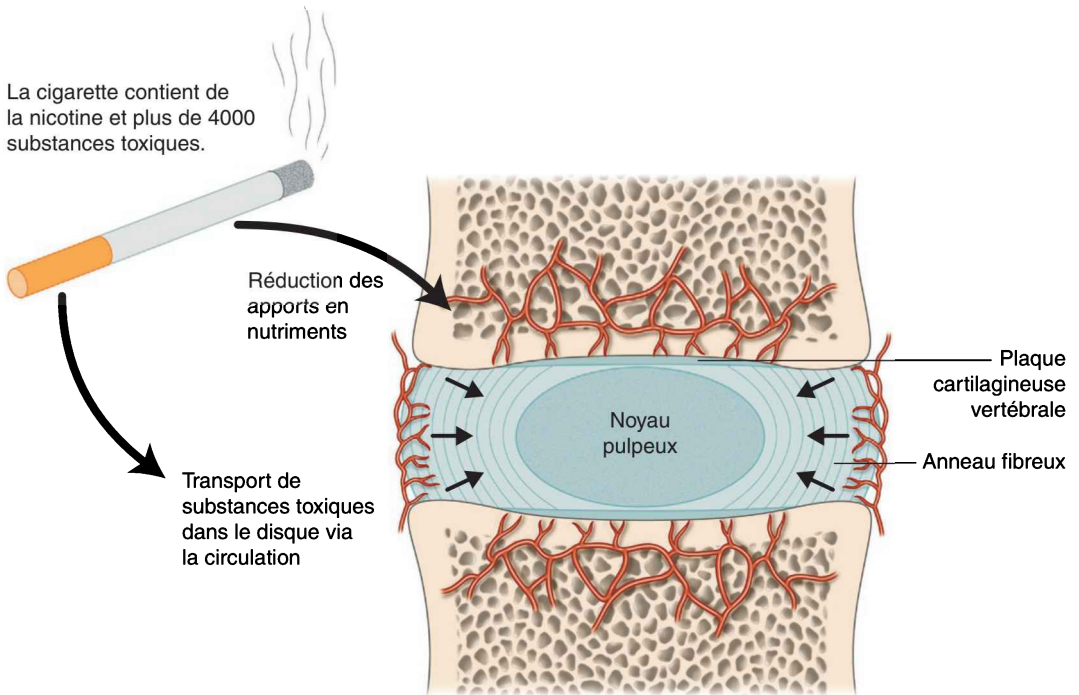


Figure 3.3 Rôle du tabac dans la dégradation discale.

Source : Éléonore Lamoglia.

qu'il est à l'origine d'une pathologie articulaire diffuse (arthropathie diabétique), d'une atteinte neurologique diffuse, oculaire et rénale à long terme. Mais le patient ne se sent pas malade et n'évalue pas le risque réel de sa maladie.

Vascularites

Des vascularites auto-immunes ou virales provoquent les mêmes conséquences. Elles sont rares. La prise de sang est anormale dans la phase aiguë et permet de faire le diagnostic.

Carences alimentaires

La possibilité de régénération du tissu lésé dépend de la capacité du tissu à synthétiser et à organiser les protéines matricielles.

Vitamines

Elles sont essentielles au bon fonctionnement de l'organisme. Elles peuvent assurer un rôle d'agent

réactif (coenzymes), d'agent neutralisant (inhibition des phénomènes oxydants) et d'agent inducteur (hormones induisant la synthèse de protéines). La grande majorité des vitamines provient de l'alimentation, à l'exception des vitamines D, B2 et K, qui peuvent être synthétisées par l'organisme.

Les carences en vitamine D sont corrélées au risque accru de discopathie (risque commun avec celui de l'ostéoporose). Il est probable que les carences en vitamine C aient un rôle dans la dégénération discale, mais cela n'a pas été prouvé et le sujet très encore très controversé.

Éléments minéraux

Il existe une vingtaine de metalloïdes essentiels au fonctionnement biochimique de l'organisme. Ce sont des métaux que l'on retrouve dans les roches qui composent notre sol.

Ils participent aux réactions enzymatiques dans les cellules. Les carences en calcium ou en phosphore sont responsables d'ostéoporose et donc secondairement d'arthrose et de discopathie.

Dérégulation de la phase inflammatoire

La première phase de la cicatrisation est toujours inflammatoire. Lui succède une phase de colonisation cellulaire, puis de remodelage du tissu. La phase inflammatoire correspond à une phase de détersion (déblayage) par les macrophages et les cellules de l'immunité. Elle est normale et positive pour le tissu lésé. Elle permet une bonne préparation du tissu en traitant les débris cellulaires présents dans la matrice extracellulaire.

Présence de signes d'inflammation intradiscale

L'analyse histochimique des disques dégénérés a permis de mettre en évidence la présence en quantité anormale de métalloprotéases, de cytokines pro-inflammatoires, de facteurs de croissance, de facteurs angiogénique et d'innervation (Rannou, 2004). Ces anomalies rendent compte d'un véritable phénomène de cicatrisation du tissu discal après une lésion.

Sur le plan expérimental, des contraintes mécaniques importantes (pressions supraphysiologiques) appliquées *in vitro* sur des explants discaux entraînent une diminution de la synthèse de protéoglycanes par les cellules et une augmentation de la production de métalloprotéases dans l'espace intercellulaire.

Il existe donc un lien biochimique entre facteurs mécaniques et inflammation intradiscale.

Anomalies de cicatrisation

Certaines perturbations chimiques, électrochimiques ou mécaniques lors de la formation du granulome inflammatoire bloquent les étapes suivantes de la cicatrisation.

La douleur semble dérégler les phénomènes cicatriciels initiaux ainsi que la prise d'anti-inflammatoires trop précoce. La chaleur et l'activité physique excessive après une blessure (pendant les trois premiers jours) semblent aussi retarder la cicatrisation. Les chirurgiens orthopédistes connaissent bien cela et préconisent l'utilisation de la glace après un traumatisme ou une chirurgie. La prescription d'anti-inflammatoires ne se fera que si besoin et après le dixième jour. En revanche, la mise en place de moyens antalgiques est

indiquée dès le début de la cicatrisation. Nous les développerons plus loin dans cet ouvrage.

Maladies inflammatoires et infectieuses

Certaines affections rhumatologiques peuvent provoquer des discopathies rapides et massives.

Pathologies rhumatismales

Les chondropathies microcristallines comme la goutte et la pelvispondylite inflammatoire avec une atteinte discale sont assez exceptionnelles mais rapidement destructrices. Les autres atteintes associées peuvent aider le thérapeute à faire le diagnostic dans ces cas rares.

Pathologies bactériennes

Les discites et spondylodiscites subaiguës d'origine bactérienne nécessitent une prise en charge médicale rapide. Ces pathologies sont assez rares (moins de 2 %), mais il ne faut pas passer à côté.

Les dernières études danoises (Albert, 2013) suggèrent un rôle bactérien à bas bruit dans certaines affections discales. En effet, d'autres modèles bactériens en milieu clos (affections dentaires ou intestinales) ont été démontrés dans des pathologies inflammatoires locales ou à distance par dissémination sanguine secondaire.

La première étude de 2008 démontre une amélioration significative des douleurs après trois mois d'antibiothérapie. Nous pensons que cette piste n'est pas à négliger. Elle pourrait, en effet, expliquer les échecs thérapeutiques chez certains patients. Il reste toutefois des études complémentaires à réaliser pour confirmer cette hypothèse, mais elles sont difficilement réalisables chez les patients en raison de la nécessité de réaliser un prélèvement bactérien de bonne qualité.

Augmentation du stress psychosocial

Le stress correspond à un mécanisme d'adaptation de l'individu à des contraintes environnementales. Il a été décrit par Hans Selye en 1932. Il existe plusieurs formes de stress, mais le stress chronique est

néfaste pour la santé. Les conséquences sont systémiques, avec une augmentation de l'adrénaline, de la noradrénaline et du cortisol. Elles sont responsables d'une vasoconstriction des tissus avec hypoperfusion des organes et des muscles, d'une hypertension artérielle, de troubles du sommeil et d'une immunodéficience. Secondairement, des troubles émotionnels peuvent apparaître, comme l'anxiété ou bien la dépression.

Nous observons des contractures symétriques des muscles des mâchoires, des trapèzes, des mains et parfois des pieds. Il n'existe pas de lien mécanique entre ces muscles, mais il y a un lien dans la fonction de défense. La recherche de ces contractures peut aider l'ostéopathe à faire le diagnostic de stress psychosocial chronique.

Le chercheur Henri Laborie a permis à travers ses écrits de bien comprendre les mécanismes physiologiques du stress, mais aussi de comprendre les mécanismes de réaction adéquats pour résister au stress. Selon lui, nous n'avons que deux solutions : fuir ou bien combattre les facteurs stressants, à nous de choisir. Les autres solutions provoqueront une réaction hormonale en chaîne.

Augmentation du stress oxydant

Le stress oxydant existe au niveau cellulaire. Il est normal et secondaire à une oxydation par des éléments chimiques appelés espèces réactives oxygénées et/ou azotées.

Il devient pathologique lorsque l'inhibition par d'autres agents (antioxydants) n'est plus égale à l'oxydation. Le déséquilibre de la balance peut être dû à un excès d'oxydation cellulaire via la respiration ou l'alimentation, à une carence d'antioxydants locale ou globale ou à la présence en excès de nanoparticules qui forcent les macrophages surchargés à libérer des antioxydants dans l'espace intercellulaire.

Il existe un lien direct au niveau cellulaire, vous l'avez compris, avec les carences en vitamines, l'excès de sport, l'exposition aux éléments polluants et le stress psychosocial.

Nous ne savons pas s'il est judicieux de prendre des antioxydants contre le vieillissement cellulaire. En revanche, manger des fruits et légumes tous les jours, faire du sport quotidiennement, éviter les situations de stress et diminuer son exposition aux polluants sont des attitudes sans risque et bénéfiques pour la santé.

This page intentionally left blank

Chapitre 4

Évaluation des pathologies discales en imagerie

La définition radiologique correspond à une anomalie de la forme externe du disque ou bien à une anomalie du centre du disque avec une déshydratation.

Il existe différentes classifications des anomalies discales en fonction de la dégénérescence du disque, des déformations de l'*annulus*, des lésions discales et de l'aspect inflammatoire des plateaux cartilagineux. Elles permettent de décrire les lésions structurales du disque mais aussi les lésions fonctionnelles grâce à l'imagerie par résonance magnétique.

Radiographies standards

La radiographie standard ne visualise pas le disque, seulement l'espace intersomatique. Elle renseigne cependant sur l'état du tissu osseux et cartilagineux des vertèbres (ostéophytes, éro-

sions des plateaux, scléroses sous-chondrales), qui est corollaire à l'atteinte discale.

Elle est importante pour comprendre les relations entre les courbures du rachis de profil et déterminer le type de rachis du patient ([Le Huec, 2009](#)). Le système EOS permet de réaliser des radiographies en irradiant 10 fois moins que les radiographies classiques. De plus, l'imagerie est accompagnée d'un bilan complet comportant les angles de rotation du bassin, des vertèbres lombaires, des angles d'inclinaison, des courbures rachidiennes, etc. ([figure 4.1](#)).

Nous pouvons aussi réaliser des clichés dynamiques afin d'évaluer le glissement des vertèbres supérieures sur les vertèbres inférieures lors des mouvements du tronc. Ils sont nécessaires pour déterminer le degré d'instabilité rachidienne et

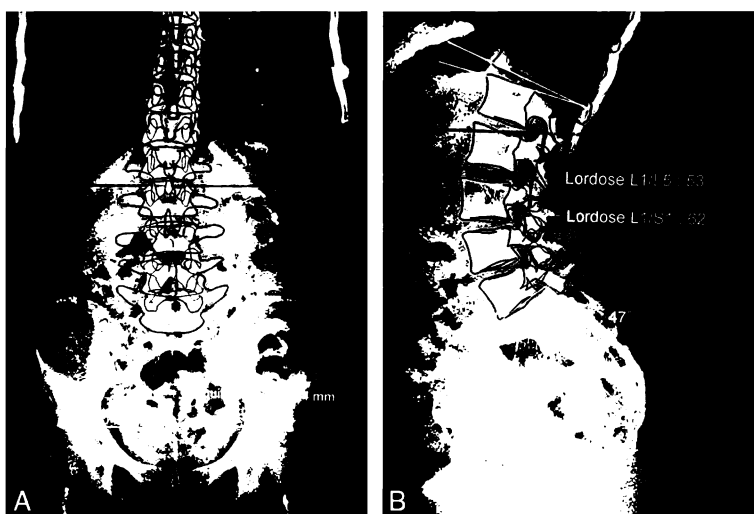


Figure 4.1 Radiographies EOS : cliché de Sèze (face) et profil lombaire. Calcul des angles de lordose lombaire et de l'incidence pelvienne sur la radiographie de profil.

porter une indication chirurgicale dans les cas de spondylolisthésis, par exemple.

Tomodensitométrie

La tomodensitométrie (CT-scan) retrouve les mêmes anomalies que la radiographie standard, avec une indication en plus sur la forme globale des disques mais avec beaucoup moins de contraste que l'imagerie par résonance magnétique. Elle est particulièrement indiquée dans le cas de traumatismes ou de lésions osseuses, car elle visualise principalement les tissus osseux et permet de reconstruire une image en trois dimensions si besoin (figure 4.2).

Imagerie par résonance magnétique

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est la meilleure méthode disponible pour déterminer la présence ou l'absence d'une dégénérescence discale, c'est le « *gold standard* » actuel (Campana, 2011). Elle permet une évaluation complète du disque sur les plans morphologique et biochimique en deux ou en trois dimensions.

Il existe plusieurs types de séquences en IRM (pondération en T1 ou T2 classique, STIR, FATSAT, etc.), permettant ainsi de mieux voir les différents

tissus mous. Les différences de signal entre les différentes pondérations améliorent ainsi la précision du diagnostic radiologique.

L'état d'hydratation du disque est bien visualisé en pondération T2 ou en STIR. La dégénérescence discale montre une altération du centre du disque avec un hyposignal du *nucléus pulposus* qui est normalement en hypersignal dans ces séquences.

L'imagerie par résonance magnétique renseigne aussi sur la forme globale de l'*annulus*, les bombements et les protrusions, les types d'hernies, l'aspect hétérogène des fibres (fibrose, etc.) ; figure 4.3).

Classification internationale des discopathies de Pfirrmann

La classification de Pfirrmann est largement utilisée par les radiologues pour décrire la dégénérescence du disque intervertébral en IRM (tableau 4.1 et figure 4.4). Elle prend en compte le signal du *nucléus*, la limite visible entre le *nucléus* et l'*annulus* et la hauteur du disque sur les séquences T2 de profil. Elle ne prend pas en compte, en revanche, les déformations du disque ni les lésions intradiscales.

Il existe une relation forte entre l'état d'hydratation réel du disque et le signal en T2 en IRM. Nous arrivons ainsi à visualiser comment le disque fonctionne de façon indirecte.

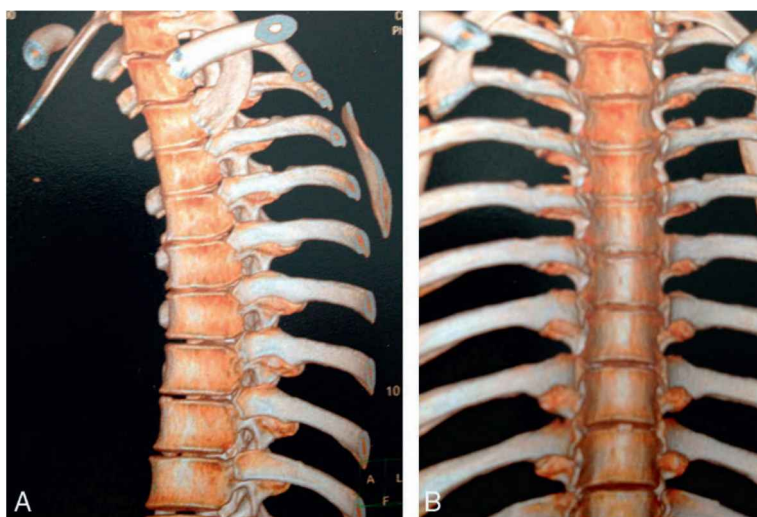


Figure 4.2 TDM en 3D du rachis thoracique : plan sagittal et frontal.

Nous arrivons à visualiser de façon optimale les articulations costovertébrales. Notons leurs relations avec l'espace intersomatique.



Figure 4.3 IRM, séquence T2 : coupe sagittale du rachis entier.

Nous voyons nettement les anomalies discales sur les trois segments du rachis. Quelques disques seulement sont épargnés (en thoracique haut et lombaire haut). Le patient est jeune et souffre de rachialgie depuis l'adolescence. Il est atteint d'une dystrophie de croissance.

Tableau 4.1 Classification internationale des discopathies de Pfirrmann.

Stade	Nucléus	Distinction nucléus/annulus	Signal T2	Hauteur du disque
I	Homogène, blanc	Nette	Hyperintense	Normale
II	Hétérogène +/- ligne grise	Nette	Hyperintense	Normale
III	Hétérogène/gris	Floue	Intermédiaire	No ou peu diminuée
IV	Hétérogène/gris-noir	Nulle	Intermédiaire/hypointense	No ou diminuée
V	Homogène, noir	Nulle	Hypointense	Collapsus

D'après Pfirrmann

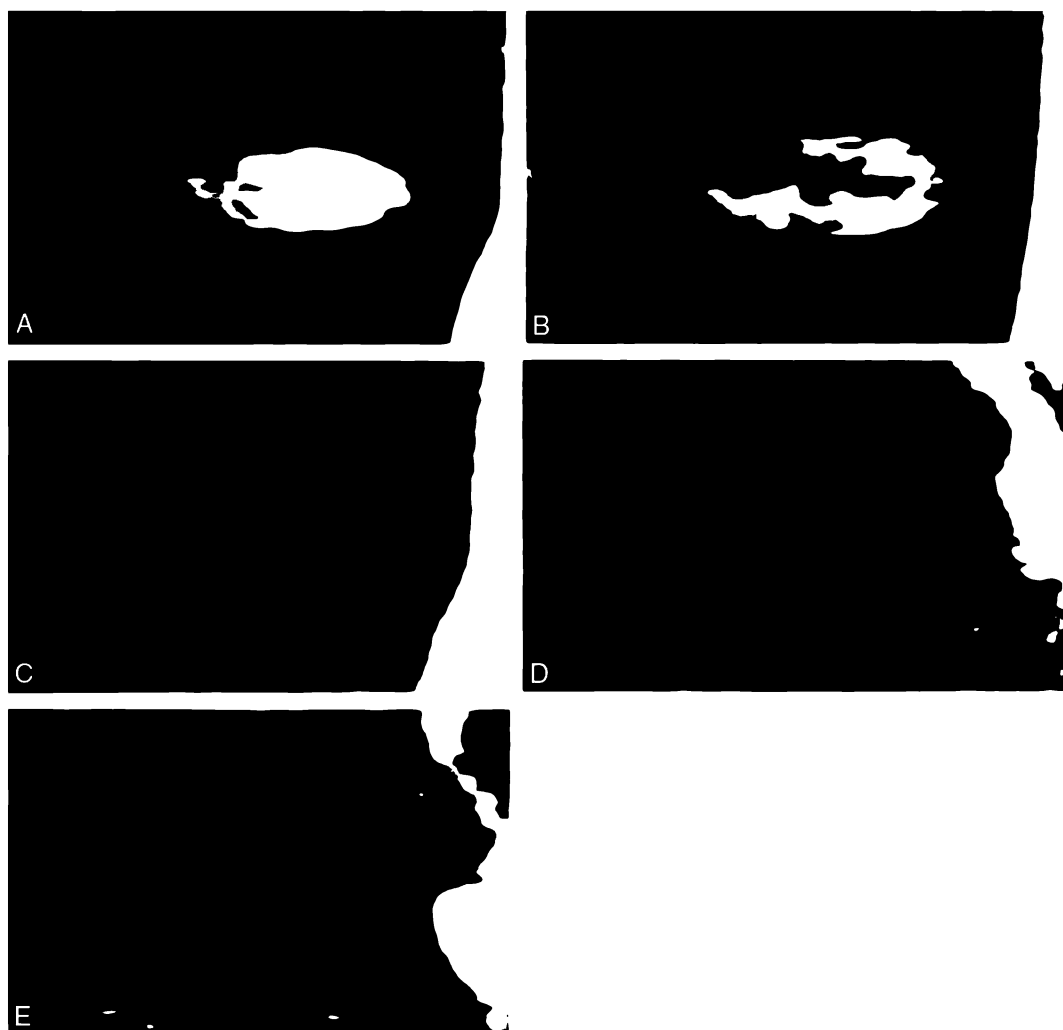


Figure 4.4 Classification de Pfirrmann pour l'évaluation des stades de dégénération discale (IRM en séquence T2, plan sagittal).

A : grade I ; B : grade II ; C : grade III ; D : grade IV et E : grade V.

Source : Pfirrmann CWA, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boss N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. Spine 2001, Sep 1; 26 (17) : 1873-8.

Les coupes de disque provenant de cadavres nous permettent de décrire les stades de dégénération en relation avec la classification en IRM de Pfirrmann.

La coupe A correspond au stade 1 de la classification. Nous voyons bien le *nucléus pulposus* qui est gélatineux avec des fibres de collagène orientées de façon anarchique.

La coupe B correspond au stade 2 de la classification. Le *nucléus* et l'*annulus* sont un peu déshydratés et le *nucléus* est devenu beaucoup plus fibreux.

La coupe C correspond au stade 3 de la classification avec un *nucléus* complètement collabé et déshydraté. Notons les anomalies de forme des plaques cartilagineuses et l'amincissement de l'épaisseur des plaques.

La coupe D correspond à la fin du stade 4 ou au début du stade 5. L'épaisseur du disque a bien diminué. Il existe de nombreuses fissures radiales et des fractures des plaques cartilagineuses (figure 4.5).

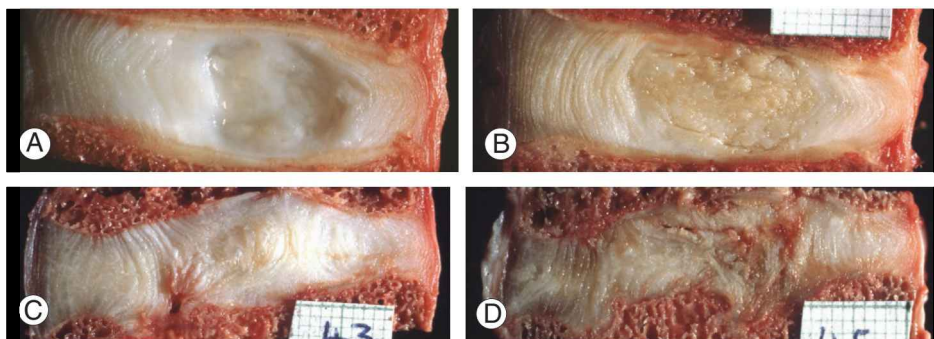


Figure 4.5 Coupes cadavériques de disques : différents stades de dégénérescence.

Source : extrait de The Biomechanics of Back Pain. Third Edition, Adams MA, Bogduk N, Burton K, Dolan P, Copyright 2013 Churchill Livingstone Elsevier.

Classifications des fissures

Fissures externes

Les fissures annulaires, parallèles au bord de l'*annulus*, apparaissent très tôt dans la vie (elles sont présentes chez 60 à 70 % des sujets de 30 ans dans les études cadavériques). Elles sont la conséquence de torsions répétées ou excessives. Si elles sont petites, il existe une capacité du tissu conjonctif à cicatriser. Si elles sont trop importantes ou trop nombreuses, le tissu ne se répare pas et les lésions s'additionnent. Il existe deux types de fissures : circonférentielles et périphériques. Il n'y a pas de migration du tissu central vers la périphérie.

Les lésions circonférentielles se produisent principalement en rotation et sont fortement corrélées avec les douleurs. Elles sont invisibles en IRM.

Les lésions périphériques se produisent en flexion et en cisaillement et sont modérément corrélées avec les douleurs. Elles sont deux fois plus fréquentes dans la partie antérieure du disque et elles sont, elles aussi, invisibles en imagerie (figure 4.6).

Fissures internes ou radiaires

Elles s'étendent du centre vers la périphérie et correspondent à une rupture interne du disque.

Elles sont plus graves que les fissures externes et exposent le sujet aux hernies. Elles peuvent être associées à des fractures du plateau cartilagineux. Elles ne sont pas liées au vieillissement normal du disque (Maus, 2010). Les fissures radiaires de

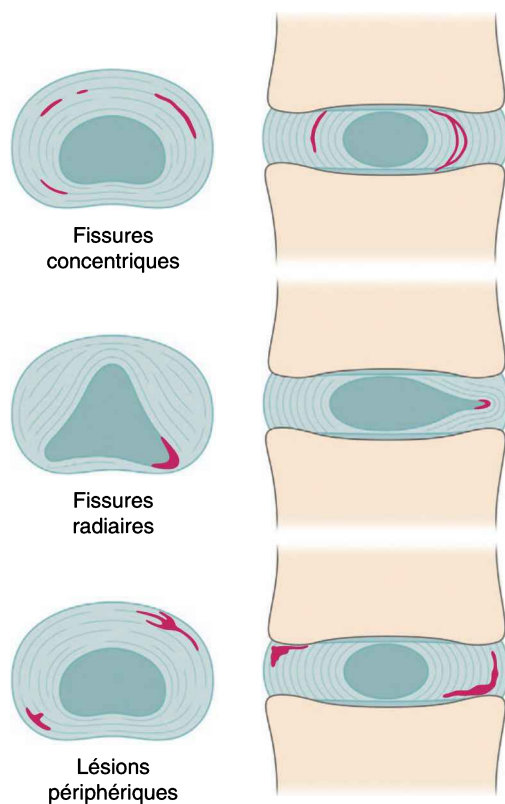


Figure 4.6 Fissures discales.

Source : Eléonore Lamoglia.

l'anneau fibreux altèrent la capacité de résistance à la torsion du disque : il existe une majoration de la laxité en torsion de 30 % (Prère, 2009). Il n'y a pas de déformation de la partie externe de l'*annulus* (figure 4.7).



Figure 4.7 Fissure radiaire : coupe cadavérique d'un disque lombaire.

Source : extrait de *The Biomechanics of Back Pain*. Third Edition, Adams MA, Bogduk N, Burton K, Dolan P., Copyright 2013 Churchill Livingstone Elsevier.

Notons la fissure qui part du centre du disque vers la périphérie, la déformation des lamelles de l'*annulus* et l'absence de limite nette entre le *nucléus* et l'*annulus*. Une fibrose complète du *nucléus* est bien visualisée mais elle n'est pas anarchique comme nous pourrions le penser. Les fibres sont bien organisées et suivent l'orientation des fibres de l'*annulus*.

Il existe une classification des fissures en fonction de la gravité. Elle est déterminée à partir d'un discogramme (injection d'un produit radiovisible).

La fissure s'étend progressivement du centre vers la périphérie. Les grades 3 et 4 correspondent à des lésions complètes (figure 4.8). Il existe une corrélation entre le stade de gravité de la fissure et les douleurs lombaires, les grades 3 et 4 étant liés à 70 % à des douleurs. Cette analyse est en lien avec une vérité anatomique sur l'innervation périphérique du disque. *A priori*, les fissures plus centrales ne sont pas innervées et elles deviennent douloureuses si elles se périphérisent (figure 4.9).

Nous visualisons très nettement les fissurations radiaires en hypersignal T2 en IRM : la fameuse « *high intensity zone* » des anglo-saxons. Elle correspond à une accumulation de liquide dans la fissure. Mais toutes les fissures radiaires ne sont pas visibles en IRM. Nous ne visualisons la fissure que si elle est remplie de liquide inflammatoire.

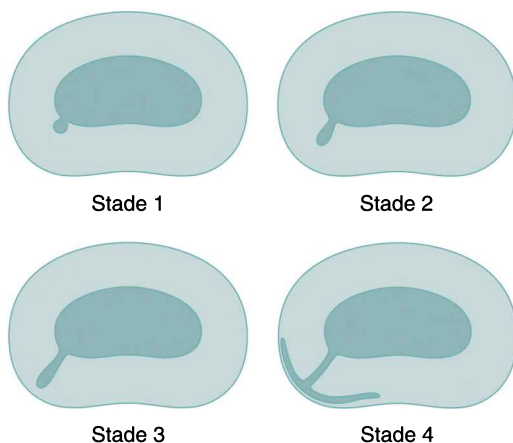


Figure 4.8 Classification des fissures radiaires.

Source : Eléonore Lamoglia.

Fracture du plateau cartilagineux

Les fractures des plaques cartilagineuses des disques surviennent en compression lors de ports de charges ou bien lors de chutes sur les fesses (figure 4.10). Elles sont souvent asymptomatiques et guérissent spontanément. Parfois, elles ne cicatrisent pas et modifient la biochimie du *nucléus pulposus*, entraînant une dégradation discale précipitée. Pour Bogduk, elles sont un prérequis aux fissures intradiscales et expliqueraient la diminution de résistance du disque postérieur en l'exposant à des lésions sévères.

Le disque peut réaliser une hernie intra-osseuse et secondairement se calcifier, définissant ainsi un nodule de Schmorl bien visible en TDM (figure 4.11).

Classification des débords discaux

Les coupes axiales (horizontales dans le disque) sont indispensables pour différencier un simple bombement discal d'une extrusion discale. Le terme de hernie ne devrait être utilisé que pour les extrusions discales, mais il est largement utilisé pour décrire n'importe quels débordements du disque.

Il existe différents types de débords :

- le bombement discal global (sans rupture de la courbe discale);
- la protrusion localisée (<25 % de la circonférence avec rupture de la courbe discale et base d'implantation large);

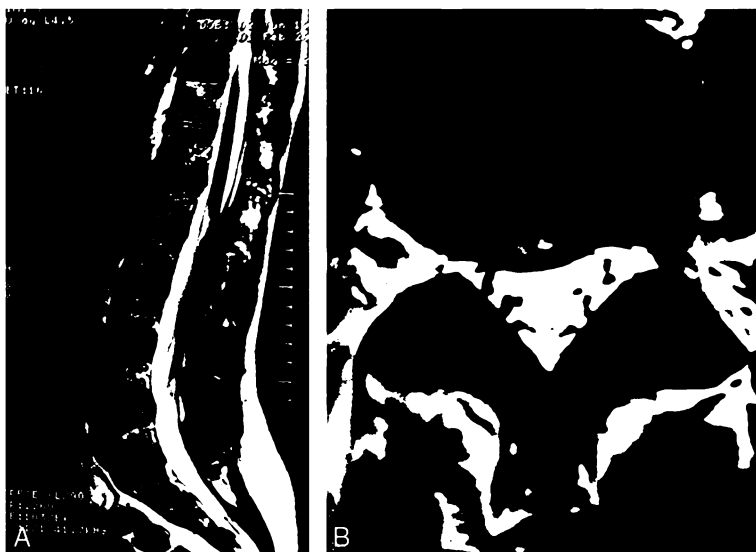


Figure 4.9 Fissure radiaire du disque L4-L5. IRM, séquence T2.

Discopathie de stade 4 de Pfirrmann. Petite hernie discale associée postéro-médiane (rupture du rayon de courbure). Coupe sagittale à gauche, axiale à droite.



Figure 4.10 Fracture du plateau cartilagineux. Coupe cadavérique d'un disque lombaire.

Source : extrait de The Biomechanics of Back Pain. Third Edition, Adams MA, Bogduk N, Burton K, Dolan P, Copyright 2013 Churchill Livingstone Elsevier.

- la protrusion large (entre 25 et 50 % de la circonférence avec rupture de la courbe discale et base d'implantation large);
- l'extrusion discale (rupture de la courbe avec base d'implantation étroite);
- la séquestration (fragment exclu ; figure 4.12).

Bombement discal global

Le bombement est observé dans les stades 3 de Pfirrmann. Il correspond à un bombement général du disque par rapport aux limites des corps vertébraux. Il existe des lésions intradiscales avec insuffisance postérieure de l'*annulus fibrosus* associées ou non à des lésions des plateaux cartilagineux.

Protrusion discale

La protrusion est observée dans les stades 4 et 5 de Pfirrmann. Elle est synonyme d'une fissure radiaire avec affaissement partiel du disque (résorption discale locale). Il existe une rupture de la courbe externe du disque caractéristique, ce qui signifie que du matériel discal provenant du *nucléus pulposus* a migré de façon plus ou moins importante selon la taille et l'orientation de la fissure. Nous distinguons ainsi des bases d'implantations larges ou locales.

Statistiquement, elle n'est pas corrélée avec des douleurs discales, mais elle peut être responsable de douleurs chez un petit nombre de sujets. Dans notre première étude sur les disques, nous avons retrouvé seulement 12 % des protrusions symptomatiques.

Disques à facettes

Il peut exister plusieurs protrusions sur le même disque. Nous pouvons aussi compter le nombre de ruptures intradiscales en comptant le nombre de facettes du disque. Dans ces cas-là, nous appelons ces disques des «disques à facettes». Chez certains patients, nous pouvons retrouver jusqu'à six ou sept séquelles de lésions plus ou moins



Figure 4.11 Nodule de Schmorl. TDM, coupe axiale à gauche et sagittale à droite. Aspect de fracture intraosseuse et condensation osseuse péri-lésionnelle.

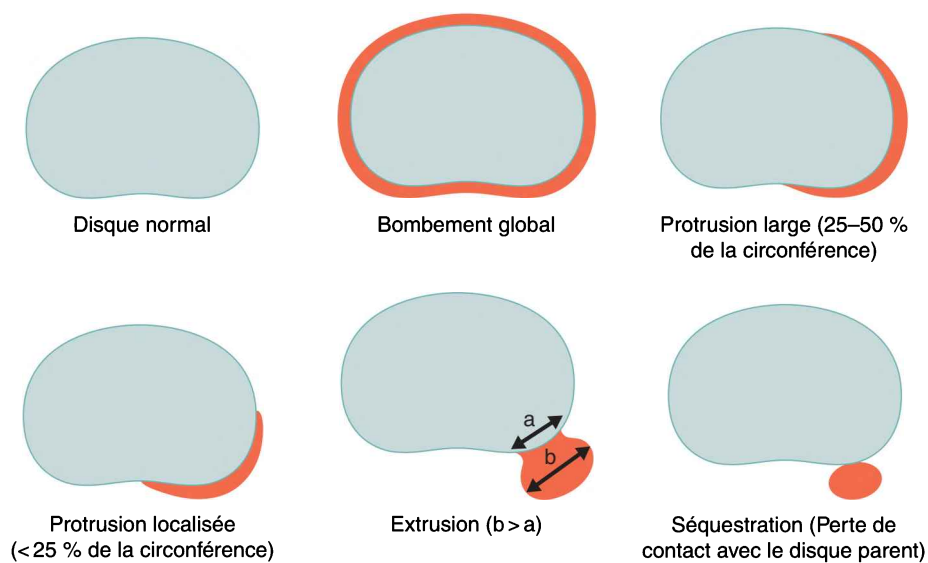


Figure 4.12 Classifications des débords discaux.

Source : Eléonore Lamoglia. D'après [Maus \(2002\)](#).

anciennes. Pour nous, les disques à facettes sont de mauvais pronostics car ils correspondent à des disques fragmentés à haut potentiel d'extrusion ou de résorption discale globale (perte de la hau-

teur). Nous sentons bien les séquelles de la fibrose intradiscale et les zones de tension tissulaire. Ces disques ont besoin d'être manipulés plusieurs fois car il existe différents axes de tension.

Extrusion discale

Elle représente la hernie discale classique bien connue de tous. Le matériel discal du *nucléus pulposus* et des fragments de l'*annulus* ont migré à l'extérieur du disque mais sont retenus par le ligament longitudinal postérieur. Nous parlons ainsi d'hernie sous-ligamentaire. Elle est souvent corrélée avec des douleurs, mais pas toujours. Dans notre étude, nous avons retrouvé 90 % des extrusions douloureuses, mais les patients consultaient pour des douleurs.

De plus, en fonction de l'orientation de la fissure et des positions du sujet, la hernie peut avoir un retentissement sur la racine, dans le foramen (syndrome lésionnel), sur une partie des racines (queue de cheval) ou sur la moelle dans le canal central avec différents types d'atteintes (syndrome sous-lésionnel). Elle peut aussi créer un conflit discodurémérien avec un syndrome de protection de type «épine irritative», bien connu des médecins rééducateurs avec une réaction généralisée (contraction de tous les muscles du tronc, troubles viscéraux de type iléus-réflexe, perturbation du système neurovégétatif avec hypersudation; [figure 4.13](#)).

Séquestration

Le fragment discal est exclu et n'a plus de contact avec le reste du disque. La hernie n'est plus retenue par le

ligament longitudinal postérieur. Il peut migrer, descendre plus bas et créer un conflit avec une racine qui n'est pas en relation avec l'étage de la hernie.

Classification de Modic ([tableau 4.2](#))

Modic est le nom du radiologue qui a décrit le premier les anomalies de signal osseux grâce à l'imagerie par résonance magnétique. Il s'agissait d'une révolution dans l'imagerie du rachis, car cela démontrait pour la première fois une relation très forte entre les douleurs ressenties par le patient et les signes radiologiques.

Stade 1

Il correspond à une hypervascularisation osseuse (hypersignal en T2 et hyposignal en T1). Ce phénomène peut être purement mécanique avec un œdème osseux, des fissures ou des ruptures du cartilage associées à des microfractures de l'os

Tableau 4.2 Classification de Modic.

Modic	T1	T2	Représentations
I	–	+	Hypervascularisation osseuse
II	+	+	Sclérose graisseuse
III	–	–	Sclérose fibreuse

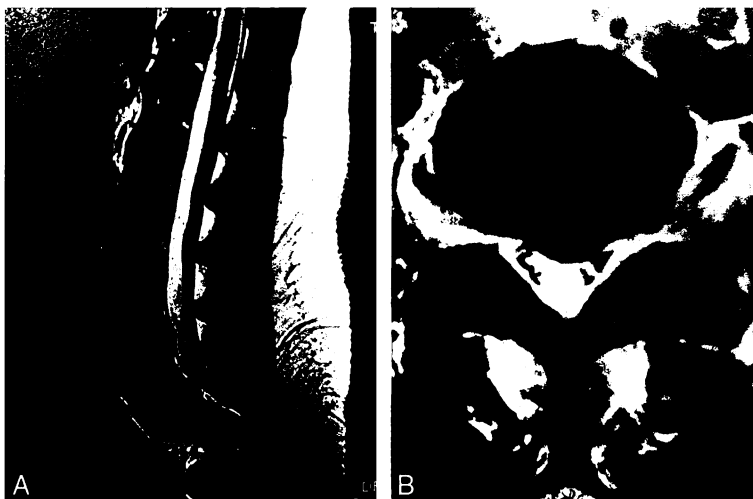


Figure 4.13 Hernie discale. IRM, séquence T2 : coupe sagittale à gauche et axiale à droite.

Hernie discale postérolatérale L5-S1 gauche avec appui duremérien et rétrécissement du foramen gauche et du canal central. Discopathie L4-L5 associée de stade 4 de Pfirrmann avec une fissure radiaire sur la coupe sagittale.

sous-chondral. Il existe probablement une inflammation *a minima* des structures, associée à une néovascularisation et à une néo-innervation locale correspondant à une cicatrisation initiale. Certains auteurs relient cette hypervascularisation locale à une infection bactérienne chronique, mais il est difficile de le prouver avec certitude. Ce stade est fortement corrélé avec des douleurs lombaires, mais il est moins bien corrélé aux douleurs cervicales.

Stade 2

Il correspond à une sclérose graisseuse (hypersignal en T1 et en T2). Il n'existe plus de corrélation avec les douleurs rachidiennes. Il correspond à une dégénérescence du tissu osseux.

Stade 3

Il correspond à une sclérose fibreuse densifiante terminale (hyposignal en T1 et en T2). Il n'y a pas

de correspondance avec les douleurs rachidiennes. Il représente une dégénérescence terminale des tissus osseux (figure 4.14).

Modèle de torsion discale

Nous allons évoquer une nouvelle notion, qui nous semble visible en IRM, mais qui, à notre connaissance, n'est pas encore décrite dans la littérature par les radiologues.

Il s'agit de la notion de torsion discale, avec anomalie de l'axe du disque par rapport aux axes classiques définis par les facettes articulaires et l'épineuse. Elle peut être présente indépendamment du stade de dégénérescence discale.

Le disque est vrillé indépendamment des corps vertébraux sus et sous-jacents. Il existe une torsion du disque par rapport aux corps vertébraux. Le disque est déformé indépendamment d'une protrusion à base large (il n'existe pas de rupture

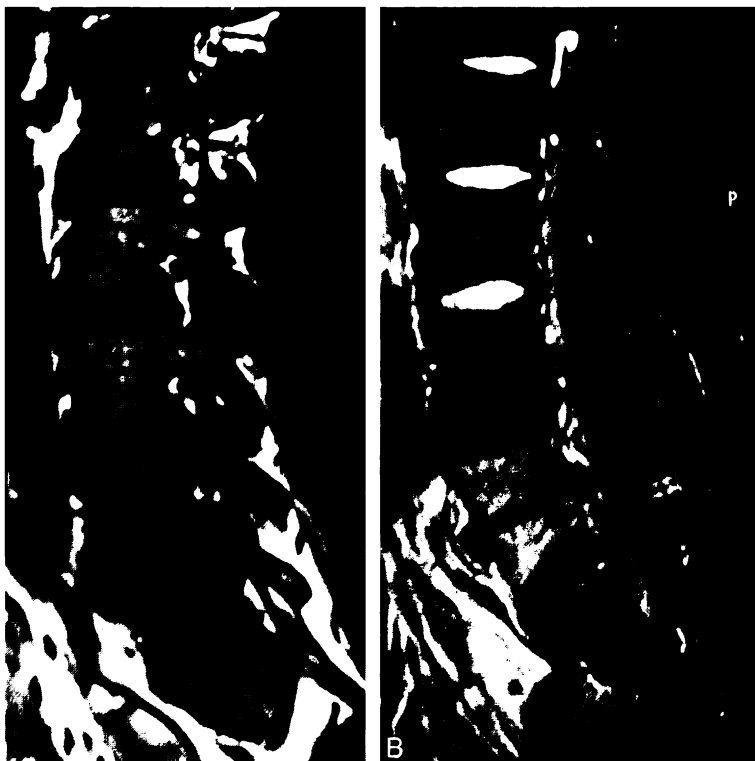


Figure 4.14 Modic stade 1. IRM.
Séquence T1 à gauche et T2 à droite. Coupes sagittales.

de la courbe) ou d'une scoliose. Attention, l'image du disque déformé peut provenir d'une coupe asymétrique provoquant une fausse image, mais elle correspond exactement à ce que nous ressentons cliniquement. Il faudrait, bien sûr, réaliser une nouvelle étude plus poussée avec modélisation en 3D des disques et des corps vertébraux et démontrer une asymétrie entre les différentes structures.

Ce modèle pourrait peut-être expliquer le retard de cicatrisation de certaines fissures ou hernies discales. En effet, nous savons que la cicatrisation est difficile si les tissus sont soumis à des contraintes mécaniques importantes et si les fibres de collagène sont en tension supraphysiologique. Nous pensons que le fait de « détordre » le disque permet d'aider le phénomène de cicatrisation en diminuant les tensions tissulaires et en améliorant la vascularisation locale.

En pratique

Les classifications actuelles nous renseignent bien sur l'état d'hydratation des disques et des hernies discales, mais elles ne tiennent pas assez compte des déformations et des anomalies de l'*annulus fibrosus*, alors que des « disques à facettes » représentent des stigmates de ruptures multiples du disque et pourraient être un signe radiologique prédictif d'une évolution pathologique rapide. Le seul signe radiologique pathognomonique d'une atteinte discale est la rapidité de la dégénérescence discale sur des clichés successifs (Prère, 2009).

Différentes étapes de la dégénération

Il existe plusieurs phases de dégradation du disque. Elles prennent en compte plusieurs paramètres comme la forme, les lésions, l'état d'hydratation, les capacités fonctionnelles, etc.

Phase 1 : désordre discal ou dysfonction discale

Au début, les cellules sont efficaces et fonctionnent normalement, mais la matrice devient anormale. Elles présentent différentes anomalies biochimiques comme une diminution du Ph, une diminution de la concentration intradiscale en oxygène et une augmentation des lactates dans la matrice extracellulaire. Cette phase correspond aux stades 1 et 2 de Pfirmann en IRM.

Cela explique que des patients peuvent décrire des douleurs discogéniques importantes avec une imagerie tout à fait normale au début. De plus, des fissures externes peuvent être présentes sans être, elles aussi, visibles en imagerie.

Phase 2 : défaut de réparation des lésions

À ce stade, nous observons une diminution minime de la hauteur du disque, des fissures additionnelles et la perte des capacités fonctionnelles du disque. Cette phase correspond aux stades 3 et 4 de Pfirmann en IRM. Nous observons, en plus, un retard de cicatrisation des lésions. Une possibilité de stabilisation ou de retour en arrière persiste si le patient met en place des stratégies de cicatrisation dirigée. Dans le cas contraire, elle évolue progressivement vers le stade final de dégénérescence discale.

Phase 3 : maladie discale

À ce stade, il n'y a plus de retour en arrière possible. L'espace discal a presque complètement ou totalement disparu. Le disque ne présente plus que de la fibrose anarchique avec des ostéophytes d'hyperpression et une déformation de l'os vertébral. Cette phase correspond au stade 5 de Pfirmann. Elle n'est plus corrélée avec des douleurs discales, mais le patient peut présenter des douleurs importantes des articulations postérieures par insuffisance discale.

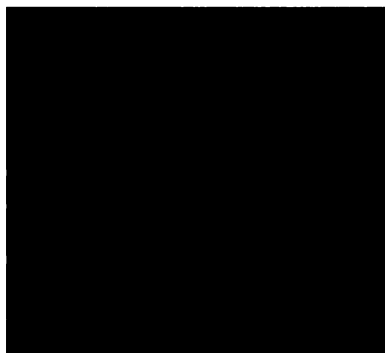


Figure 4.15 Discopathie stade 5 de Pfirmann. TDM, coupe frontale du rachis lombaire. Discopathie terminale lombaire basse.

Par exemple, chez cette patiente de 60 ans (figure 4.15) consultant pour lombalgie chronique, nous comprenons bien grâce à la tomodensitométrie les relations de forme et de structure entre le disque et l'os vertébral. Ici, les pathologies discales ont débuté en premier. Les os vertébraux sus et sous-jacents se sont déformés progressivement dans un second temps. Les derniers disques lombaires se sont soudés aux vertèbres et aucun mouvement n'est possible sur ces étages. La patiente présentait des douleurs de l'étage sus-jacent en L1-L2 et L2-L3, pour l'instant sain, mais en surmenage.

Chapitre 5

Douleur et cicatrisation discales

Douleurs discogéniques

Rappels sur la notion de douleur

Il existe différents types de récepteurs de la douleur. La douleur mécanique existe réellement indépendamment des autres types de douleurs. Les mécanorécepteurs sont sensibles aux déformations de la peau et des structures tissulaires (traction, compression et cisaillement).

La plupart des modèles douloureux étudiés concernent les douleurs chimiques, thermiques ou inflammatoires. Ils sont liés aux lésions tissulaires mais pas aux déformations des tissus sans ischémie ou sans lésions structurelles.

Les douleurs mécaniques s'arrêtent instantanément à l'arrêt des contraintes mais pas les autres types de douleur.

Le protocole type Mac Kenzie est très sensible dans la détection des douleurs mécaniques. Il peut être très utile dans le diagnostic et dans les propositions d'auto-traitement aux patients.

Toutes les déformations tissulaires sont douloureuses. Il existe des déformations négatives et d'autres positives (retour à la forme initiale ou à une forme mieux adaptée aux contraintes).

Il faut être capable d'expliquer à nos patients qu'après nos manipulations, il puisse exister des douleurs positives, qui vont dans le bon sens, avec un retour à un équilibre tissulaire global.

L'ostéopathie a peu d'effets directs sur les douleurs inflammatoires ou chimiques. Nous sommes plutôt spécialisés dans le traitement mécanique des tissus.

Pour le disque

Le vieillissement progressif et harmonieux est asymptomatique. La perte de la souplesse et la

limitation des différentes amplitudes articulaires sont homogènes sur l'ensemble des segments mobiles.

Le terme « discogénique » est très discuté, compte tenu du fait que le disque normal, dans sa globalité, est très peu innervé. Néanmoins, il existe une innervation de la partie périphérique de l'*annulus* et des structures périphériques du disque. Toutes ces structures sont innervées par le nerf sinuvertébral, avec des concentrations différentes en fibres nerveuses selon les tissus et selon les patients (Bogduk, 2012).

Il est difficile de séparer les différents plans de tissus conjonctifs communs sur le plan anatomique. Par exemple, il existe des fibres communes entre l'*annulus* et les ligaments longitudinaux, entre les fibres communes et le périoste, entre le diaphragme et le ligament longitudinal antérieur, etc.

Douleur nociceptive (périphérique)

La douleur « discogénique » peut être une douleur périphérique, via l'innervation locale, liée à des lésions structurelles. Plusieurs phénomènes peuvent être responsables de douleurs par excès de nociception. Ils peuvent être distincts ou bien associés. Ils sont tous en lien avec des lésions discales. La plupart sont d'origine mécanique, mais d'autres pathologies peuvent intervenir dans la dégradation du disque.

Entorses discales

Certaines entraînent des fissures périphériques ou circonférentielles dans la partie innervée de l'*annulus*, associées ou non à une altération biochimique. Elles restent très banales et ne sont pas toutes corrélées avec les douleurs.

Les fissures radiaires, en revanche, ont une valeur spécifique par rapport à la douleur.

Les fissurations les plus larges sont en hypersignal T2, traduisant une néovascularisation intradiscale pathologique (Maus, 2010). Tous âges confondus, il y a 50 à 70 % de fissures radiaires chez les symptomatiques. Mais pour le groupe 30–50 ans, 90 % des fissures radiaires sont présentes chez les symptomatiques et 10 % chez les asymptomatiques.

Chen retrouve des valeurs similaires avec 86 % de symptomatiques (60 fissures radiaires visible sur l'IRM, 52 étaient concordantes avec la discographie).

Pour les hernies discales, 80 % sont symptomatiques chez les moins de 60 ans et 43 % chez les plus de 60 ans (Prère, 2009). Elles sont assez fréquentes dans la population. Environ 40 % des personnes de plus de 30 ans ont une hernie discale en imagerie.

Entorses ligamentaires

Elles sont responsables de lésions des ligaments longitudinaux (mise en tension permanente, micro-entorses, fibrose cicatricielle pathologique, etc.). Au niveau dorsal, il existe une particularité anatomique. En effet, les ligaments des articulations costovertébrales fusionnent avec le disque adjacent (Gray's). Des entorses costovertébrales peuvent donc se prolonger avec des lésions discales associées.

Lésions du complexe périoste-cartilage-os sous-chondral

Théoriquement, des déchirures périostées ou des fractures des plaques cartilagineuses peuvent être responsables de douleurs discales. Il en est de même pour les microfractures de l'os sous-chondral.

L'os sous-chondral est facilement visualisable en imagerie par résonance magnétique et les atteintes Modic de type 1 signifient un œdème et une régénération pseudo-inflammatoire.

Les formes larges en miroir ou partielles sont très spécifiques de douleurs lombaires : 96 % des patients Modic 1 ont une lombalgie (Prère, 2009). Chen retrouve pour l'anomalie type Modic 1 un résultat de 87 % (58 disques atteints, 51 étaient

douloureux) en associant l'étage atteint avec la douleur. Dans notre étude, nous retrouvons aussi un lien fort (85 %) entre des douleurs provoquées et une atteinte Modic 1 au niveau lombaire. Les formes Modic 2 ou 3 sont sans spécificité et ne sont pas corrélées à la douleur. Nous retrouvons les mêmes résultats dans nos études.

Modification de l'innervation discale

Les phénomènes dégénératifs diminuent les capacités fonctionnelles du disque. Il en résulte une diminution de la pression dans le disque. Nous observons une néovascularisation accompagnée d'une néo-innervation dans la partie périphérique du disque, comme chez le jeune enfant. Le disque pathologique devient de plus en plus innervé de fibres libres, très riches en récepteurs de la douleur. La pathologie ne s'aggrave pas, mais les douleurs augmentent. L'imagerie actuelle ne permet pas pour l'instant d'objectiver la microvascularisation et surtout la micro-innervation tissulaire.

Douleur proprioceptive (centrale)

Le conflit informationnel posturo-cinétique entre la position réelle de l'arthron et la position référencée erronée peut être une cause de douleur centrale au niveau du thalamus. En effet, l'intégration des informations divergentes par les noyaux gris centraux pourrait induire des douleurs de type central. Il existe des capteurs proprioceptifs dans la partie périphérique du disque. De plus, les loges rénales contiennent des viscérocepteurs sensibles à la gravité et les gros troncs artériels sont sensibles au poids du sang (Paillard, 2016).

Nous comprenons bien l'intérêt de manipuler les disques, les loges rénales ainsi que l'aorte et les artères rénales dans les lombalgies communes d'un point de vue neurophysiologique.

Douleur psychogène (centrale)

La douleur lombaire n'échappe pas aux douleurs d'ordre psychogène. Existe-t-il une somatisation au niveau discal ? Il est très difficile de répondre à cette question directement.

Le caractère émotionnel de la douleur est modulé par d'autres facteurs quand elle entre dans le cadre des lombalgies chroniques (modèle biopsychosocial).

Nous ne pouvons pas conclure qu'une douleur discale soit en relation avec un stress émotionnel précis. En revanche, une douleur discale peut être augmentée par des conflits émotionnels.

Cicatrisation discale

Les discopathies correspondent à une atteinte accélérée non physiologique des disques. Elles sont principalement d'origine génétique, mais la modification des paramètres externes (mode de vie) permet de moduler l'expression des gènes impliqués dans le processus pathologique et de ralentir ou de stopper l'évolution de la maladie dégénérative.

Régénération discale

Les phénomènes de régénération discale sont responsables d'un équilibre dynamique entre la synthèse de nouvelles molécules matricielles et la dégradation des fibres lésées ou vieillissantes. Les activités physiques et les manipulations discales permettent de modeler le disque. Nous avons observé dans notre étude une amélioration de la forme externe des disques (protrusions et extrusions anciennes) chez des patients qui ont suivi un programme de course à pied ou de marche sur 12 mois, à raison de deux sessions par semaine. Les modalités du programme seront exposées plus loin dans cet ouvrage. En d'autres termes, nous avons observé en IRM une régénération des fibres de collagène et une réorganisation de la partie discale effondrée partiellement. De plus, nos manipulations discales ont apporté un résultat supérieur aux exercices physiques dans notre étude. Nous pouvons peut-être expliquer cela par le fait que les manipulations sont appliquées spécifiquement aux disques pathologiques et orientées de façon optimale afin de permettre la cicatrisation.

Réhydratation discale

Les manipulations discales seules ou le renforcement musculaire isolé n'ont pas eu d'influence à long terme sur la réhydratation des disques dégénérés. Une étude avait pourtant retrouvé une augmentation du coefficient de diffusion apparent, calculé à partir de l'IRM, corrélé à une diminution des douleurs après une manipulation de type HVLA appliquée au rachis lombaire (Beattie, 2014). Les manipulations ont bien un effet sur l'hydratation du disque mais, pour nous, pas à long terme. En tout cas, l'étude a le mérite de prouver que les manipulations ont un effet sur le disque, avec une évaluation en IRM avant et après manipulation. Seules les activités avec impacts répétés des membres inférieurs (marche ou course à pied) ont permis d'augmenter la teneur en eau dans le centre du disque. Une étude antérieure avait retrouvé des résultats similaires dans les coxarthroses (Williams, 2013). C'est d'ailleurs à partir de cette étude que nous avons décidé de tester les effets de la course à pied ou de la marche sur les disques lombaires.

Nous ne pensons pas que l'effet observé dépende d'une régénération cellulaire centrale avec une augmentation du nombre de chondrocytes. En revanche, nous pensons que les chondrocytes présents ont synthétisé, en réponse à la stimulation mécanique, plus de protéoglycanes qu'auparavant et donc augmenté la capacité à retenir l'eau dans le disque. Il est aussi possible que certains patients utilisent préférentiellement les plexus vasculaires à la périphérie de l'*annulus* quand la diffusion centrale par les plexus vasculaires à l'interface disques est diminuée. Les activités avec impacts auraient peut-être permis de développer une circulation collatérale dans les plexus périphériques.

Cicatrisation d'une fissure de l'*annulus*

Elle correspond à la cicatrisation d'un ligament lors d'une entorse classique. Le temps de cicatrisation dépend de plusieurs facteurs, parmi lesquels principalement le stade de l'entorse. Dans les entorses de stade 1 ou 2, nous observons une cicatrisation spontanée entre trois et six mois. Pour les entorses de

stade 3 avec hyperlaxité secondaire importante, nous n'observons pas de cicatrisation spontanée. Ce type de traumatisme existe au niveau discal et nous parlons donc d'entorse discale. Certains auteurs appellent les stades 2 et 3 le « syndrome d'instabilité lombaire ». Dans ce cas de figure, l'augmentation de la stabilité mécanique (par une augmentation du contrôle neuromusculaire et de la force des muscles) peut aider le système musculo-squelettique à compenser l'hypermobilité discale acquise. Nous comprenons bien l'intérêt d'améliorer la qualité du mouvement, la force des groupes musculaires et la cohésion des différents *fascias*. Dans de rares cas, le port d'un corset pendant trois à six mois permet le plus souvent de résoudre le problème.

Cicatrisation d'une fissure radiaire

La fissure radiaire correspond à une fissure du centre du disque vers la périphérie. Une lésion du plateau cartilagineux lui est souvent associée. La classification ne prend en compte que la taille en longueur de la fissure, mais pas sa largeur.

Malheureusement, l'imagerie de type IRM ne permet pas de quantifier la dimension exacte de la fissure (uniquement la zone en hyperfixation appelée « *high intensity zone* »). L'injection intradiscale d'un produit de contraste en TDM ou en IRM permet de quantifier le stade et la largeur de la fissure et d'estimer la possibilité de cicatrisation spontanée. Elle doit cependant être réservée aux formes frustes ne répondant pas au traitement médical sous huit mois. En fonction de l'évaluation de la taille de la fissure, un protocole médical plus adapté pourra être proposé (corset, injection de cellules souches, PRP, colle cellulaire, thermo-coagulation de la fissure, traitement par ozone, etc.) ou bien un traitement chirurgical (fusion, montage dynamique ou prothèse discale). Le corset thermomoulé est une solution intéressante et notre expérience avec les patients nous a montré de très bons résultats dans la plupart des cas.

Cicatrisation d'une hernie discale

Il n'existe pas d'hernie discale spontanée sur disque sain. L'accumulation de lésions anciennes fragilise le disque à moyen terme.

Toutes les hernies discales proviennent d'une lésion radiaire qui s'aggrave en se prolongeant vers la périphérie du disque. Il en résulte une perte d'étanchéité du disque avec une migration du matériel discal interne vers l'extérieur.

Les hernies contiennent en effet du matériel discal plus ou moins dense et du sang provenant soit d'une rupture associée des plaques cartilagineuses, soit du ligament discal périphérique.

Les cellules discales elles-mêmes synthétisent des cytokines de cicatrisation (pro-inflammatoire) permettant le recrutement à distance de macrophages par chimiotactisme lors d'une hernie discale. Les macrophages permettent une détersion de la hernie entre six et huit mois dans 92 % des cas. En d'autres termes, les lésions discales sont naturelles et sont prévues histologiquement.

Il est impossible de faire « rentrer » une hernie discale, bien que certaines positions du tronc majorent ou minorent la taille de la hernie.

Les hernies discales sont normales. La plupart d'entre nous aurons, avec ou sans symptômes, des hernies discales en L4-L5 ou L5-S1 ou bien en C5-C6 ou en C6-C7.

La guérison, dans la plupart des cas, est spontanée. Le problème est plutôt celui des récides des hernies ou bien des séquelles neurologiques des compressions ou des cisaillements liées aux hernies. La plupart des sujets âgés présentent des atteintes chroniques des racines L5 et S1 de façon bilatérale tout à fait normales et sans conséquences.

Résultats

À titre d'exemple, voici des résultats d'IRM avant et après notre protocole chez un patient de 40 ans présentant des douleurs discales depuis au moins deux ans de façon continue (figure 5.1). Nous avons inclus 60 patients présentant des lombalgies invalidantes depuis plus de deux ans, avec une imagerie ancienne datant d'au moins deux ans, une imagerie à l'inclusion et une imagerie à 12 mois (puis chez certains patients à trois ans). Tous ces patients étaient en échec thérapeutique. L'idée était d'évaluer différentes thérapeutiques et de visualiser les effets en IRM à 12 mois, puis de mettre en relation les scores de douleur et la



Figure 5.1 Résultats avec notre protocole.

IRM, séquence T2 : coupes axiales et sagittales.

Patient de 40 ans présentant une lombalgie chronique d'origine discale. Retard de cicatrisation spontanée d'une hernie discale en L4-L5.

Images A et B : sujet à l'inclusion. Images C et D : sujet à 12 mois avec notre protocole.

modification ou non des images en IRM. Les problèmes qui ont été rencontrés étaient la population étudiée et la taille de la cohorte. Elle était inhomogène (chaque patient présentait des anomalies différentes en imagerie) et nous n'avons pas inclus assez de patients. Cette étude nous a néanmoins permis d'évaluer en IRM l'effet de nos manipulations et des activités physiques, mais pas de façon statistique.

Le sujet présentait au début une hernie postérolatérale droite en L4-L5 avec une fissure

radiaire bien visible et un début d'arthrose bilatérale des articulations zygapophysaires. Il existait un retard franc de la cicatrisation de la lésion discale malgré une prise en charge médicale depuis deux ans. Il était scoré stade 4 en Pfirrmann avec une déshydratation complète du disque en IRM.

Douze mois plus tard, après deux manipulations discales, un programme de course à pied et un renforcement musculaire quotidien des muscles transverses uniquement, nous avons

visualisé une amélioration du disque avec une réhydratation du disque (stade 3 de Pfirmann), une disparition de la hernie discale (le rayon de courbure est redevenu normal) et un début de cicatrisation de la fissure radiaire. Nous avons également visualisé une amélioration des systèmes postérieurs articulaires. Il y avait aussi une amélioration de 90 % des douleurs à la fin du programme. Ce patient va toujours bien à trois ans sur le plan clinique (nous n'avons réalisé des IRM à trois ans que chez les patients dont l'état s'était aggravé après le protocole initial).

Nous ne montrons rien d'extraordinaire, simplement qu'un programme bien conduit peut réussir même chez des patients chroniques hyperalgiques. La cicatrisation n'est pas parfaite, mais l'état des patients s'est nettement amélioré à long terme. Parmi ces patients en échec thérapeutique, 82 % ont ressenti des effets immédiats sur les douleurs à partir de la première manipulation discale, avec une diminution d'au moins 30 % des douleurs chroniques.

Conclusion

Avec notre protocole complet (manipulations discales, exercices spécifiques et activités physiques), nous observons une régénération discale dans 87 % des cas chez des patients présentant des discopathies lombaires symptomatiques avec un retard de cicatrisation de plus de deux ans (Delannoy, 2011). Les exercices spécifiques dépendent des déficits fonctionnels observés chez chacun des patients. Nous les expliquerons en détail plus loin dans cet ouvrage.

D'autres études ont montré des résultats équivalents avec l'injection de cellules souches dans le *nucléus* (Smith, 2011, Sakai, 2015). Notre protocole a l'avantage d'être beaucoup moins coûteux, mais il a le désavantage de demander la participation active et régulière du patient et de savoir manipuler les disques.

Smith souligne le fait que la simple injection des cellules souches ou d'autres produits censés régénérer le disque ne permet pas de changer le devenir du disque sur des périodes longues. Pour lui, il faut stabiliser l'ensemble de la matrice extracellulaire à long terme. Il préconise, comme pour le modèle du cartilage, l'utilisation de supports structurels aux cellules, comme des nanotubes ou des hydrogels synthétiques.

Nous avons essayé, avec le Dr Philippe Adam, radiologue de la clinique Médipole à Toulouse, de traiter les fissures radiaires par une injection intradiscale de PRP. Nous n'avons pas eu de bons résultats lors de cette étude. Elle contraste avec une autre étude également réalisée à Médipole dans les ménisques des genoux, avec des résultats positifs et très encourageants (Adam, 2013). Wang, dans sa revue de la littérature, retrouve une amélioration significative des disques avec une injection de PRP lorsqu'elle est combinée à une injection d'hydrogels. Pour l'instant, nous proposons en premier notre protocole aux patients qui nous consultent. Puis, si nous sommes en échec, nous proposons un corset thermomoulé sur une durée de six mois. Si cela ne fonctionne pas, alors nous demandons plusieurs avis chirurgicaux. Concernant les injections intradiscales, nous attendons pour l'instant d'autres études complémentaires.

Chapitre 6

Manipulations discales

Tests et traitements

Généralités

Pour beaucoup de thérapeutes, il est impossible de faire un diagnostic lésionnel précis dans les rachialgies. Par exemple, pour les douleurs chroniques, la communauté médicale parle de lombalgie chronique commune (ou non spécifique) et de cervicalgie commune. La plupart des signes cliniques ne sont pas pathognomoniques de l'atteinte discale et il existe essentiellement des signes indirects de l'origine discale.

Cependant, nous devons être plus précis et capables de savoir ce qui se passe sur le plan tissulaire (lésion structurelle, dysfonction somato-viscérale ou dysfonction somato-émotionnelle) et surtout pourquoi. La compréhension du pourquoi va guider le traitement. Il est important de faire converger, si possible, toutes les informations cliniques (palpation précise des structures anatomiques, mobilité et motilité tissulaires, tests de provocation de la douleur, évaluations vasculaire, neurale, analyse de la mobilité et de la stabilité du rachis) pour pouvoir comprendre le problème. Les examens radiologiques sont rarement contributifs pour le diagnostic s'ils sont interprétés isolément. Ils sont en revanche nécessaires pour une compréhension globale du problème et pour éliminer les diagnostics non mécaniques.

Rachis lombaire : mobilité et stabilité

Le rachis lombaire et les hanches sont responsables de la mobilité du tronc. Les articulations sacro-iliaques, peu mobiles mais très déformables, permettent des ajustements fins des différents mouvements du complexe (Lavignolle, 1983).

La région lombaire doit être stable et très mobile. Elle peut assurer ces deux impératifs contradictoires car les mouvements globaux résultent de la sommation de mouvements élémentaires des arthrons et parce que la longueur du rachis varie peu.

L'arthron, unité fonctionnelle, comprend un disque intervertébral et les moitiés contiguës de deux vertèbres adjacentes, les articulations postérieures et le système ligamentaire correspondant. Il est assimilé à un trépied fonctionnel. Le disque est le principal stabilisateur du segment.

Mobilité

Le rachis lombaire a pour vocation la flexion, l'extension et l'inclinaison latérale du tronc (les mouvements de rotation sont mineurs).

Fonctionnellement, il est organisé et optimisé pour la marche, la course et la flexion antérieure du tronc (ramasser un objet par terre, par exemple).

Les activités comme le port de charges lourdes, les vibrations du corps, la position assise pendant plus d'une heure, l'hyperextension extrême ainsi que la cyphose lombaire prolongée ne sont pas physiologiques et peuvent être pathologiques à court terme.

Les étages L4-L5 et L5-S1 représentent 50 % de la mobilité globale en flexion-extension, le dernier étage étant le plus mobile.

L'inclinaison latérale intègre une rotation automatique dans le sens opposé. Elle représente 20° en global et 3 à 5° pour chaque arthron.

Les rotations représentent 8° entre les extrêmes et elles sont plus importantes à la partie inférieure en L5-S1 qu'en T12-L1. Les articulations postérieures bloquent rapidement la rotation et chaque rotation implique une translation latérale liée à la déformation du disque lui-même (Bogduk, 2012).

Stabilité dynamique

Le système viscoélastique comprend le disque intervertébral, les ligaments péri-articulaires et le *fascia* lombosacré. Il est renforcé et précontraint par le caisson abdominal. La qualité du caisson dépend de la qualité musculaire des muscles abdominaux et pelviens et du diaphragme. Le système viscéral joue lui aussi un rôle important dans la répartition des forces internes.

Les muscles paravertébraux ont plusieurs fonctions. La première est de stabiliser les arthrons les uns par rapport aux autres. La seconde est de réaliser une poutre composite avec les autres structures adjacentes. Le rôle des abdominaux est essentiel lors du port de charge (ils sont alors responsables de 45 % de la stabilité globale du complexe).

La stabilité et l'intégrité des structures tissulaires lors des mouvements du tronc dépendent du contrôle neuromusculaire du système dans sa totalité. La stabilité globale est égale à la somme de toutes les stabilités segmentaires. Il est important de concevoir le modèle rachidien dans son ensemble. La stabilité du tronc en position debout dépend aussi des muscles sous-pelviens. Ce sont eux qui ont le plus grand bras de levier en association avec les muscles de la cuisse qui aident à mettre en tension le *fascia* lombosacré via le *fascia* glutéal.

Les muscles des épaules (grand dorsal et grand pectoral) participent de même à la stabilité du tronc via les *fascias*.

Modèle de l'os : structure renforcée

L'os, pour surmonter le problème des forces importantes de compression et limiter les risques de rupture, s'auto-organise en structure légère renforcée avec des étais et des traverses internes (Bogduk, 2012). Cela permet de transformer des forces verticales en forces horizontales et de limiter les déformations des étais verticaux.

Les espaces intertrabéculaires jouent un rôle important dans la structure. D'une part, l'os spongieux est plus léger que de l'os plein, avec moins de force de compression liée à la masse des corps vertébraux sus-jacents; d'autre part, la présence de sang et de graisse dans les espaces joue un rôle important dans le transfert de charges et d'amortissement. Il faut considérer l'os comme une structure déformable *a minima* et qui fonctionne un peu comme un vérin hydraulique.

Similitudes avec le modèle discal

Le modèle discal correspond globalement au modèle des os longs. Sur le plan architectural, nous pouvons entrevoir plusieurs similitudes. Les os longs sont constitués d'os cortical et d'os spongieux. L'os cortical est compact, organisé en lamelles concentriques circonférentielles. Elles ressemblent beaucoup à l'organisation des lamelles de l'*annulus* dans leur principe mécanique.

L'os spongieux est plus souple et correspond à un réseau de fines plaques irrégulières délimitant des cavités remplies par un mélange de moelle rouge et de moelle jaune. L'organisation correspond grossièrement à celle du *nucléus pulposus* sur la base gélatineuse.

Pour nous, dans nos mains, le disque correspond à de l'os flexible, et nos traitements tissulaires en ostéopathie ressemblent aux traitements des lésions intraosseuses.

Lombalgies et lombosciatalgies

Interrogatoire

«Voyants rouges»

En premier, le thérapeute doit rechercher des signes de gravité, appelés «*red flags*».

Les drapeaux rouges sont en relation avec un risque de pathologies non mécaniques (infectieuses, viscérales, auto-immunes ou tumorales). Elles représentent moins de 2 % des pathologies rachidiennes. Elles sont donc rares, mais elles existent quand même.

L'association des douleurs rachidiennes avec une perte de poids inexpliquée, de la fièvre, une anémie, une fatigue physique importante, du sang dans les urines ou une alternance diarrhée-constipation doit alerter le thérapeute. Nous reviendrons plus loin sur les principaux voyants rouges.

De même, l'histoire du patient est importante, et un antécédent de cancer ou d'immunodéficience doit faire suspecter une récurrence ou une pathologie systémique. Attention également aux suites de radiothérapie.

Cependant, l'interrogatoire ne permet pas un diagnostic tissulaire précis. C'est surtout les différents tests ostéoarticulaire, discal, vasculaire, neural et musculo-fascial qui contribuent à analyser et à traiter ces différents éléments.

Dans ces cas de figures, un bilan biologique et un bilan radiologique sont à demander.

Douleurs subites

- Elles peuvent survenir brutalement après une chute ou un choc. Le patient a généralement le souffle coupé et met quelques secondes pour se relever. C'est souvent le signe d'une fracture dorsolombaire.
- Elles peuvent apparaître soudainement à la suite d'un mouvement banal, pensez à :
 - un lumbago d'effort en soulevant mal une charge trop lourde,
 - un lumbago par décompensation, c'est souvent 15 jours ou trois semaines auparavant que le patient a fait des efforts trop intenses. Il peut survenir sur une colonne fatiguée chez les travailleurs de force.
- L'apparition d'une lombosciatalgie avec compression disco-radulaire de décompensation. Mais attention, elle peut aussi être le fait d'un élément inventif intrarachidien ou intraforaminal.

Douleurs chroniques

- En position assise, pensez au coccyx et au sacrum.
- Plutôt en décubitus, pensez à une compression discale par imbibition aqueuse.
- Au chant du coq, pensez à un problème rénal.
- Uniquement la nuit, pensez à un facteur tumoral.
- Accentuées fortement par le mouvement, pensez à un problème mécanique interapophysaire et discal.
- Augmentées par la toux, l'éternuement ou les efforts pour aller aux toilettes, c'est le fait d'un conflit disco-radulaire.
Chez les femmes :
- lombalgie ou lombosciatalgie :
 - en période menstruelle, pensez à une congestion veineuse pelvienne,
 - en période intermenstruelle, pensez à une endométriose ;
- douleurs gravidiques :
 - en début de grossesse, pensez à une tension du col utérin se répercutant sur le sacrum et le coccyx,
 - en fin de grossesse, pensez à une compression rénale ou vasculaire.

Anomalies posturales

Elles sont toujours intéressantes à noter, mais pas forcément utiles pour un diagnostic précis. Nous sommes surpris de voir que des scolioses très marquées ne donnent pas forcément des rachialgies où des névralgies.

Il faut savoir différencier :

- une attitude en S par compensation unilatérale de la douleur ;
- une attitude de protection en Z par verrouillage bilatéral d'un ou plusieurs segments de la douleur ;
- un syndrome postural par dérèglement des capteurs de position.

Positions antalgiques

Pour une discopathie L5-S1, elles se font en latéroflexion opposée à la lésion discale donnant une attitude en S.

Pour une lésion discale plutôt centrale, le rachis est plus en extension.

En cas de hernie intraforaminale, le patient se positionne en flexion lombaire et en latéroflexion homolatérale pour libérer le foramen.

Les anomalies posturales sont intéressantes à noter pour servir de référence à la fin d'un traitement, mais elles ne sont pas assez précises pour conduire un traitement spécifique.

Hyperlordose lombaire

Autrefois, on pensait qu'elles jouaient un grand rôle dans les lombalgies et les sciatalgies. On sait maintenant qu'elles ne sont pas prédictives du risque de souffrance lombaire.

Inégalité des membres inférieurs

Chacun a une idée personnelle sur ce point. Nous avons pris les mesures des membres inférieurs d'une centaine de personnes non consultantes, ne souffrant pas de la colonne. Seules 5 % d'entre elles avaient apparemment des membres inférieurs de la même longueur.

L'inégalité peut être pathogène au-delà de 15 mm de différence, mais les mesures sont forcément sujettes à caution et les inégalités peuvent être générées par :

- un angle coxofémoral modifié ;
- une bascule du bassin ;
- une scoliose dorsolombaire ;

- des spasmes musculaires, notamment du psoas et du carré des lombes, eux-mêmes en relation avec des problèmes viscéraux.

Nous pensons que seules les mesures objectives étaient radiographiques, ce qui est formellement contesté par les radiologues.

Amyotrophie isolée

Elle signifie la compression des racines nerveuses. C'est un signe clinique important qui demande des investigations. Elle peut être en relation avec une tumeur intra-canaulaire vertébrale.

Troubles trophiques cutanés

Ils sont localisés au niveau des pieds, ils sont dus à des atteintes sensitives neurales ou à une atteinte sympathique, facteur de vasoconstriction permanente. Ils peuvent aussi toucher les ongles. Ils disparaissent facilement après un traitement efficace.

Concept global de «discopathie»

Nous avons retrouvé dans l'ensemble de nos études une très nette atteinte du segment L5-S1, associée ou non à des lésions ascendantes. Évidemment, nous comprenons aisément l'augmentation de fréquence d'atteinte du dernier disque lombaire compte tenu de sa position terminale. Cependant, au préalable, d'autres disques sus-jacents ont souffert et l'atteinte du segment L5-S1 est la conséquence de l'addition de tous les composants pathologiques de l'axe vertébral. Nous allons donc le prendre comme exemple pour expliquer le concept global des pathologies discales. Il correspond à une somme d'éléments cliniques en cascade liée à l'atteinte discale du dernier disque lombaire.

Raideurs discales

Lors de raideurs discales étagées ou d'ostéosynthèse chirurgicale, plusieurs problèmes peuvent survenir. En effet, les disques sous-jacents travaillent plus en compression car les disques sus-jacents ne remplissent pas leur rôle d'amortisseur lent.

L'autre problème important est la perte des amplitudes articulaires. La raideur articulaire déstabilise l'ensemble du système. Pour maintenir une fonction globale de l'appareil locomoteur, le système neuromusculaire compense la perte de mobilité segmen-

taire. Il a deux possibilités bien distinctes, soit il préfère récupérer des amplitudes ou des degrés de liberté sur d'autres systèmes articulaires à distance, soit il force des systèmes articulaires plus proches à maintenir les mêmes angles globaux, avec des compensations d'hypermobilité des étages sus et sous-jacents.

Hypomobilité des étages sus-jacents et du niveau pathologique

Les raideurs discales des étages sus-jacents du rachis thoracique ou lombaire augmentent, comme nous l'avons vu, les contraintes sur le dernier disque. La dégénérescence discale du segment L5-S1 est donc intimement liée aux problèmes discaux sus-jacents. Le disque L5-S1 peut être directement atteint par des traumatismes mécaniques, de type chute ou port de charges lourdes, ou par des anomalies mécaniques locales (hémisacralisation de L5, etc.). En fin de compte, le segment est le plus souvent raide, avec une diminution des amplitudes articulaires et une diminution de la capacité de déformation.

Hypermobilité d'autres étages

Dans notre étude, tous les disques atteints en L5-S1 étaient hypomobiles et certains disques L4-L5 étaient hypermobiles avec fissures radiales ou extrusion. Les hanches ainsi que les sacro-iliaques s'ajustent en permanence à cause de la perte de mobilité du segment L5-S1. Cela explique, en partie, le nombre et la fréquence des pathologies mécaniques des sacro-iliaques dans nos cabinets.

Trouble viscéral régional

Nous retrouvons des anomalies tissulaires fréquentes des organes du petit bassin ainsi que de l'intestin. Les fixations rénales sont souvent initiales et engendrent des problèmes articulaires rachidiens secondaires sur le plan mécanique. Nous aborderons plus loin les relations disco-viscérales.

Surstabilisation du rachis puis des autres structures

À cause de la douleur, le système nerveux central verrouille le complexe articulaire en augmentant le tonus de repos des muscles participant à la stabilité de l'articulation. Nous appelons cela un syndrome de protection. Tous les muscles périarticulaires sont

contractés en dehors de toute activité physique. Si cela ne suffit pas, le système nerveux verrouille automatiquement et de façon réflexe d'autres systèmes articulaires en relation avec le système douloureux.

Diminution du contrôle moteur

À cause des douleurs, des contractures musculaires (surstabilisation), d'une fatigabilité augmentée, le système nerveux central connaît quelques difficultés à organiser le mouvement. Il doit en permanence recalibrer la position de départ et reparamétrer les conditions du mouvement et les comparer à ses modèles internes, ce qui crée des oscillations des segments et donc une instabilité mécanique.

Risque de décompensation ou de traumatisme

Il est directement lié à la diminution du contrôle moteur. Le système locomoteur est mécaniquement instable. Il existe un réel risque de décompensation locorégionale ou de traumatisme avec des erreurs dans la commande du mouvement.

Arthropathie et discopathie

Les douleurs vertébrales suscitent encore bien des questions. On peut par exemple se demander quels sont les différents éléments pouvant provoquer une rachialgie. En voici une liste, certainement non exhaustive :

- la peau;
- les muscles;
- les ligaments;
- les capsules et les synoviales;
- les facettes;
- les disques;
- le système vasculaire;
- les lymphatiques;
- le système nerveux;
- les projections viscérales;
- les projections psycho-émotionnelles.

On peut également se demander quel peut être le diagnostic différentiel entre une douleur interapophysaire et une souffrance ligamentaire. Nous allons essayer d'apporter quelques éclaircissements, mais devant tous ces paramètres qui sont impliqués au niveau de l'arthron, se pose la question des éléments ciblés lors d'un thrust, car son effet est loin d'être uniquement actif sur les processus articulaires.

Muscles

On peut aisément palper les différentes couches musculaires pour mettre en évidence des spasmes et des contractures. Il faut bien admettre qu'ils sont secondaires.

Dans toute rachialgie et discopathie, il existe une douleur musculaire, la palpation permet de nommer le muscle mais pas d'en définir la cause.

Peau

Elle est très nettement indurée au niveau algique. Nous nous en servons pour traiter le patient, même si cette induration est, le plus souvent, secondaire.

Ligaments

On procède à des tests d'étirement pour diagnostiquer un problème ligamentaire. Dans les cas chroniques, les ligaments sont fibrosés où épaissis.

Il est difficile d'étirer un ligament sans mettre en jeu les muscles, les capsules articulaires et même les disques.

Nous verrons que, dans nos tests, on peut parfois différencier une résistance dure donnée par les facettes de celle d'un ligament un peu plus flexible.

Facettes et leurs capsules et synoviales

On cherche la résistance dure des facettes en les mobilisant dans une amplitude plus grande.

En cas de blocage facettaire, aucun mouvement n'est possible. En cas de grippage, la mobilisation des facettes peut se réaliser en étant accompagnée d'un bruit articulaire ou d'une impression de frottements et de glissements irréguliers.

Dans les discopathies aiguës, les petits muscles de la colonne sont extrêmement spasmodiques et donnent l'illusion d'un blocage facettaire.

Système vasculaire

L'apport sanguin appauvri et les congestions veineuses, facteurs de compression, contribuent à créer des tensions des tissus mous.

Le disque intervertébral, même s'il est très peu irrigué, souffre à long terme du défaut d'hydratation.

Système nerveux

On peut palper les petits filets nerveux sous les muscles paravertébraux. Ils sont sensibles et indurés dans les pathologies interapophysaires et discales.

Disques

On les classe sur le plan du traitement en deux parties, les discopathies banales et les hernies discales symptomatiques.

Discopathies banales

À partir d'un certain âge, toutes les radiographies montrent un tassement apparent des disques L4/L5 et L5/S1, le plus souvent asymptomatique.

Il donne une impression de raideur vertébrale non spécifique. Il constitue uniquement un paramètre plus ou moins actif dans les lombalgies simples ou d'effort.

Hernies discales symptomatiques

Elles se traduisent presque toujours par une radiculalgie aiguë très invalidante. Nous employons nos techniques discales avec précaution, sans jamais chercher à provoquer la douleur.

Nous gardons toujours à l'esprit que d'autres pathologies invasives déclenchent les mêmes symptômes.

Voici les radiculalgies que nous pouvons trouver au niveau vertébral :

- pour la colonne cervicale, des névralgies cervicobrachiales;
- pour la colonne lombaire, des sciatalgies, des cruralgies et des méralgies;
- pour la colonne thoracique, des névralgies intercostales profondes.

Les douleurs sont intensifiées à la toux, aux éternuements et aux efforts de défécation. Elles sont intolérables et ne se déclarent pas uniquement lors d'un mouvement.

Elles peuvent s'intensifier la nuit à la suite d'une mauvaise position et de l'imbibition aqueuse physiologique nocturne des disques intervertébraux qui augmentent les contraintes disco-radiculaires.

Fibroses périurales

Nous en avons traité beaucoup et, la plupart du temps, elles étaient consécutives à une intervention chirurgicale de discectomie ou à des injections périurales obstétricales.

Les techniques de chirurgie discale se sont améliorées et les fibroses périurales sont bien moins fréquentes. Les incisions sont fines et le geste très précis. Il faut dire qu'autrefois, on utilisait le marteau et le burin !

Pour les périurales, tout dépend de la colonne lombaire de la patiente et de l'habileté de l'opérateur. En cas de plusieurs tentatives, la dure-mère se clive, entraînant non seulement une fibrose sur la durée, mais aussi une fuite du liquide céphalo-rachidien.

En général, on déconseille aux patientes qui ont une scoliose ou un terrain lombalgique de recourir à une injection périurale.

Colonne lombaire

Pathologie vertébrale

Certaines maladies peuvent provoquer des symptômes ressemblant à ceux des hernies discales. Nous allons aborder les principales.

Arthropathies interapophysaires

L'arthropathie interapophysaire est une arthrose zygapophysaire avec ostéophytose des facettes articulaires. Elle survient systématiquement après la soixantaine. À la radiographie, les facettes articulaires sont hypertrophiées, débordant au niveau foraminaux. La synoviale présente une altération inflammatoire dégénérative.

Symptomatologie

C'est une douleur de type radiculalgie, les myélopathies sont rares (figures 6.1).

Kyste synovial interapophysaire

Ce kyste rempli de liquide synovial et parfois de sang est situé contre les facettes articulaires dégénérées ou hypertrophiées.

On le rencontre banalement sur des colonnes arthrosées et surtout chez les patients qui ont un métier exigeant de porter des charges lourdes.

Nodules de Schmorl

Ce sont des nodules disco-cartilagineux dans les corps vertébraux. Le disque envahit cet espace compris dans une zone spongieuse du plateau vertébral.

À la radiographie, on repère facilement la zone où une partie du disque a migré. Certains parlent de fracture focale du plateau vertébral.

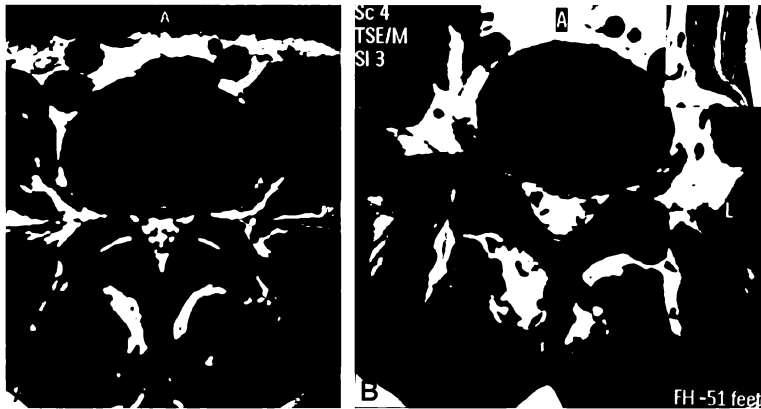


Figure 6.1 Arthrose postérieure multi-étagée responsable d'un rétrécissement canalaire. Même patiente. Coupes coronales en IRM, séquence T2.

a. Arthrose postérieure débutante. Noter la présence d'une fissure radiale dans le disque. Étage L4-L5.

b. Arthrose postérieure plus avancée. Noter la présence d'une protrusion à base large postéro-latérale gauche et d'une protrusion focalisée postéro-médiane. Étage L5-S1.

Étiopathogénie

On trouve ces nodules après :

- un défaut de calcification, surtout pendant la croissance ;
- des compressions induites par la verticalisation de l'homme. Même si le quadripède présente aussi de l'arthrose, il n'a pas ou peu de hernie de Schmorl ;
- le port de charges lourdes ;
- une ostéoporose ;
- une infection, souvent à bas bruit, beaucoup plus fréquente qu'on ne le pense.

Remarque

On trouve des nodules de Schmorl asymptomatiques dans 75 % des rachis. C'est sur le plateau vertébral caudal qu'elles apparaissent aux niveaux dorsal et lombaire. Chez l'enfant et l'adolescent, on voit des hernies de Schmorl dans la maladie de Scheuermann.

Maladie de Scheuermann

Il s'agit d'une discopathie rachidienne pendant la croissance entraînant une cyphose dorsale douloureuse. Son découvreur est Olgar Scheuermann, radiologue danois qui a décrit les cyphoses des apprentis horlogers (figures 6.2).

Sa cause exacte reste assez obscure, on incrimine :

- un retard d'ossification des cartilages vertébraux ;
- une ostéoporose juvénile de type carenciel ;

- une activité physique trop importante chez les adolescents ;
- le port de charges lourdes.

Spondylodiscite

La spondylodiscite est aussi appelée discospondylite. C'est l'infection d'un disque intervertébral et des corps vertébraux adjacents.

Elle se traduit par des rachialgies aggravées par le mouvement, accompagnées de raideur et de douleurs très fortes à la percussion des processus épineux et transverses :

- elle survient plutôt à l'adolescence et après la soixantaine ;
- elle est due à *Trophéryma Whipplei* ;
- ce sont surtout les lombaires qui sont atteints.

Attention, les derniers cas que nous avons vus affectaient de très jeunes enfants.

Fibroses périurales

Ce sont des cicatrices méningées :

- après une chirurgie lombaire ;
- après des injections périurales, surtout quand l'anesthésiste a eu des difficultés à faire passer l'aiguille ;
- lors de fractures ou de traumatismes violents de la colonne lombaire.



Figure 6.2 Maladies de Scheuermann. Rachis thoraco-lombaire. IRM. Coupes sagittales.
 a. Séquence T1. Nous visualisons bien les anomalies de formes des plateaux vertébraux.
 b. Séquence T2. Nous visualisons davantage ici les anomalies discales.

Étiopathogénie

Le tissu cicatriciel comprime et crée une traction anormale périradiculaire. La compression neurale associée à une stase veineuse et à une mauvaise circulation du LCR provoquent des douleurs prononcées.

C'est surtout quand la fibrose périradicale est étendue ou localisée précisément sur une racine que les processus douloureux se déclenchent.

Symptomatologie

Ce sont essentiellement des lombalgies, des lombosciatalgies et parfois un syndrome de la queue de cheval.

Les membres inférieurs sont lourds avec une hyporéflexie achilléenne ou rotulienne et souvent une différence de pouls entre les jambes.

Important

En cas de suspicion de fibrose périradicale, penser à :

- vérifier les réflexes achilléens et rotuliens ;
- prendre le pouls des artères poplitées et tibiales postérieures.

Syndrome de la queue de cheval

C'est une atteinte neurologique pluriradiculaire à la suite de lésions situées de L2 à L5 et sur les racines sacrées.

Elle est souvent due à une hernie discale entraînant une lombalgie bilatérale associée à des troubles génitaux et sphinctériens (dysurie, incontinence urinaire ou anale, impuissance, absence d'éjaculation), une paresthésie, une anesthésie.

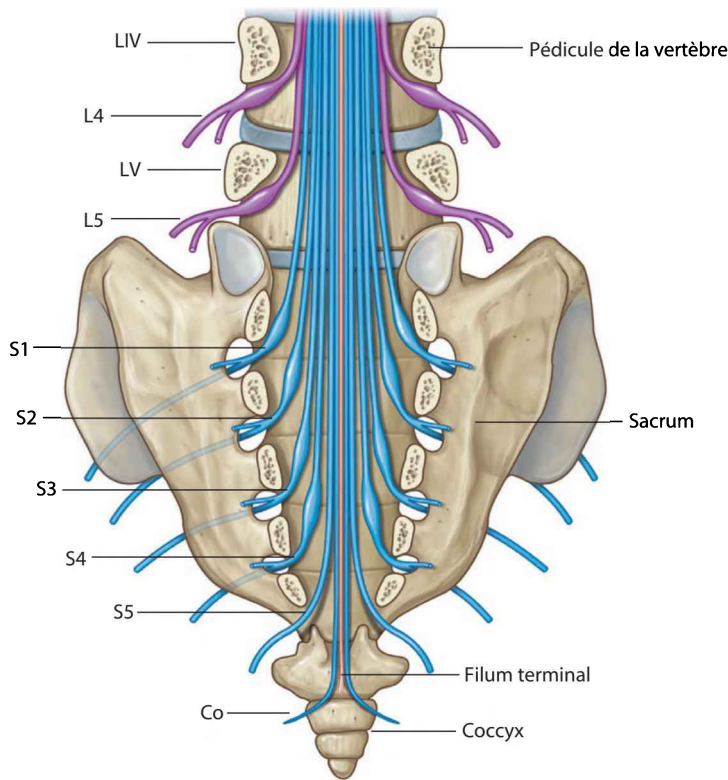


Figure 6.3 Syndrome de la queue de cheval.

Source : Extrait de Gray's Atlas d'anatomie humaine/1^{ère} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, p. 44. Copyright 2017 avec l'autorisation d'Elsevier.

On trouve aussi tous ces symptômes dans le syndrome du canal lombaire étroit.

Canal lombaire étroit (ou sténose canalaire)

Il peut être constitutionnel (figure 6.3). Les symptômes apparaissent avec l'âge par défaut de compensation.

Il est le plus souvent lié à l'arthrose. On parle de canal lombaire rétréci dégénératif ou de sténose lombaire.

Implications

La sténose lombaire apparaît avec :

- des processus articulaires postérieurs hypertrophiés ;
- une fibrose avec épaissement des ligaments longitudinaux postérieurs et jaunes ;

- des spondylolisthésis ;
- des discopathies étagées dégénératives ou des hernies discales ;
- des suites de traumatisme (dont le patient n'a souvent plus conscience) ;
- une sténose des foramens ;
- des processus tumoraux ;
- une stase veineuse lombale qui est à la fois l'une des causes et aussi la conséquence du canal lombaire étroit.

Symptomatologie

- Des lombalgies unilatérales, parfois bilatérales.
- Des neuropathies entraînant des douleurs ou impatiences des membres inférieurs.
- Des sciatalgies ou des cruralgies.
- Une claudication intermittente disparaissant à l'arrêt, plus ou moins progressivement. C'est pour cette raison qu'on évalue systématiquement

le pouls des artères tibiales postérieures. La claudication intermittente est due à l'irritation du système nerveux sympathique qui génère une vasoconstriction dès l'apparition de la douleur.

Le diagnostic différentiel avec un véritable problème vasculaire est difficile à établir manuellement. Une évaluation vasculaire par doppler est recommandée.

Causes

- Mauvais apport hydrique, le patient ne boit pas assez, ce qui diminue l'apport en oxygène et en nutriments des cellules osseuses, ligamentaires et discales.
- Mauvaise élimination du dioxyde de carbone.
- Hypocirculation veineuse des veines lombales et basivertébrales à la suite d'arthrose, de traumatismes, de problèmes rénaux ou de maladies systémiques (diabète par exemple).
- Contractures prolongées des muscles érecteurs du rachis.
- Neuropathies compressives ou systémiques du système nerveux rachidien.
- Facteur arthritique génétique.

Signe du caddie

Il a été décrit par le Docteur Raphaël Jameson du Centre Francilien du Dos.

Le patient penché en avant, en appui sur le caddie, ne sent pas ses douleurs ou son impotence fonctionnelle; on trouve le même phénomène en vélo.

La flexion du rachis ouvre le canal vertébral et les foramens intervertébraux (figures 6.4).

Spondylolisthésis

Spondylolisthésis vient du grec *spondylos*, vertèbre, et *olisthesis*, glissement.

C'est une rupture de l'isthme vertébral après un traumatisme important, des agressions mécaniques répétées ou une absence d'ossification congénitale ou acquise.

Rappelons que l'isthme vertébral relie les processus articulaires inférieur et supérieur, c'est l'élément le plus solide de la colonne vertébrale.

Signe radiologique

On voit une discontinuité du cou du Fox-Terrier sur les clichés de 3/4.

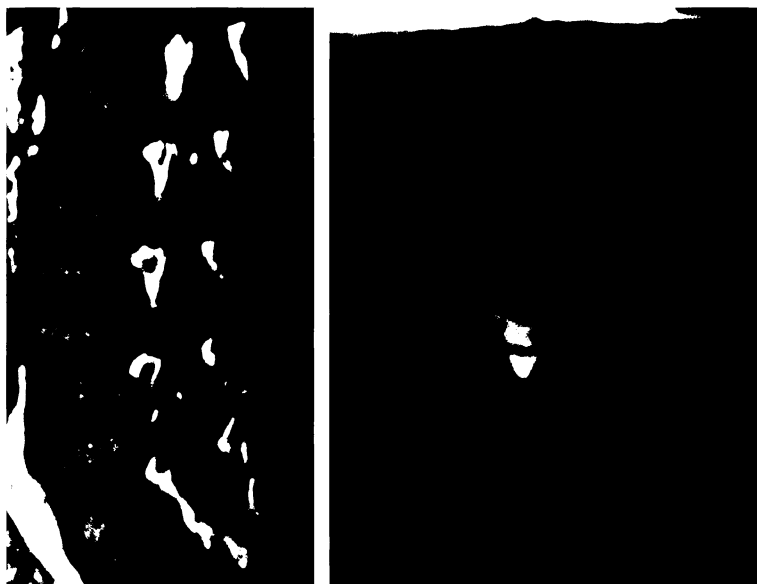


Figure 6.4 Rétrécissement foraminaux sur une extrusion discale postéro-médiane. IRM, séquence T2. Étage L4-L5.
a. Coupe sagittale. Visualisation des calibres des foramens latéraux gauches. Diminution du calibre de l'étage L4-L5.
b. Coupe coronale. Appui direct du matériel discal sur les structures neurologiques et diminution du calibre du foramen gauche.

Étiopathogénie

En dehors du syndrome de Marfan (maladie génétique systémique du tissu conjonctif pouvant affecter tout le corps, en particulier la media des vaisseaux et les valves cardiaques, entraînant leur sclérose avec hyperlordose et cyphose, instabilité cervicale et spondylolisthésis) ou d'une ostéogénèse incomplète, on la rencontre chez les grands sportifs par microtraumatismes répétés ou suite à un traumatisme considérable qui coupe littéralement le souffle de la personne.

Important

Quand une personne a le souffle coupé après une chute, méfiez-vous ! Cette apnée brutale survient souvent après une fracture vertébrale de D12 (la plus fragile du corps) ou de L1, de L2 et de l'isthme. Notre expérience nous a montré qu'il s'agissait la plupart du temps d'une rupture acquise traumatique unie ou bilatérale de l'isthme. Comme les symptômes apparaissent longtemps après, le patient a oublié l'épisode traumatique arrivé souvent pendant l'enfance ou l'adolescence. Environ 6 % de la population présente un spondylolisthésis.

Symptomatologie

Les lombalgies apparaissent souvent sans relation de cause à effet probante avec l'activité du patient. Elles sont aggravées par des activités intenses, des sauts, la toux, l'éternuement, la position assise prolongée.

Le spondylolisthésis peut provoquer une radiculalgie simple ou un syndrome de la queue de cheval.

Évolution

Le pronostic est bon quand le sacrum est horizontal. Le spondylolisthésis est classifié en quatre degrés :

- 1^{er} degré : subluxation équivalente au 1/4 du corps vertébral ;
- 2^e degré : subluxation équivalente à la moitié du corps vertébral ;
- 3^e degré : subluxation équivalente aux 3/4 du corps vertébral ;
- 4^e degré : subluxation couvrant la totalité du corps vertébral.

Traitement chirurgical

On propose au patient une arthrodèse postérolatérale en cas de subluxation dépassant la moitié du corps vertébral (3^e et 4^e degrés).

Cependant, l'expérience nous a montré que ce n'est pas forcément le degré de subluxation qui compte, mais plutôt la symptomatologie et surtout l'atteinte du système nerveux. Nous avons vu des radiographies de patients où les racines nerveuses n'avaient, en apparence, aucune place pour se loger sans que le patient souffre du tout.

De manière générale, sauf en cas de signes moteurs ou de douleurs intolérables, il vaut mieux éviter la chirurgie.

Remarque

Certains patients souffrent intensément de lombosciatalgie ou de lombocruralgie sans que les bilans iconographiques montrent de réelles hernies discales. À l'inverse, d'autres ne présentent aucune douleur alors que les images médicales laisseraient penser à des hernies discales très protrusives. Ceci montre bien qu'entre la théorie et la pratique se trouve un vaste champ d'inconnus.

Quelles contre-indications ?

Il est certain qu'effectuer des thrusts directs sur un spondylolisthésis bien marqué est contre-indiqué.

En revanche, nos techniques ne sont ni forcées ni iatrogènes, elles respectent tous les tissus et la plupart du temps s'effectuent au-dessus des lésions discales radiovisibles classiques L4-L5 et L5-S1. Nous pouvons soulager ces patients.

Il est souvent difficile d'expliquer au patient que le problème ne provient pas du dernier segment lombaire, c'est un problème culturel général et médical (figures 6.5).

Voyants rouges

Nous allons citer quelques signes cliniques qui doivent nous rendre très circonspects et nous obliger à demander des examens complémentaires ou à diriger les patients vers des spécialistes.

Cette liste est forcément incomplète, chaque praticien doit utiliser ses compétences et sa culture médicale, nous les verrons avec plus de précision dans la partie pratique :

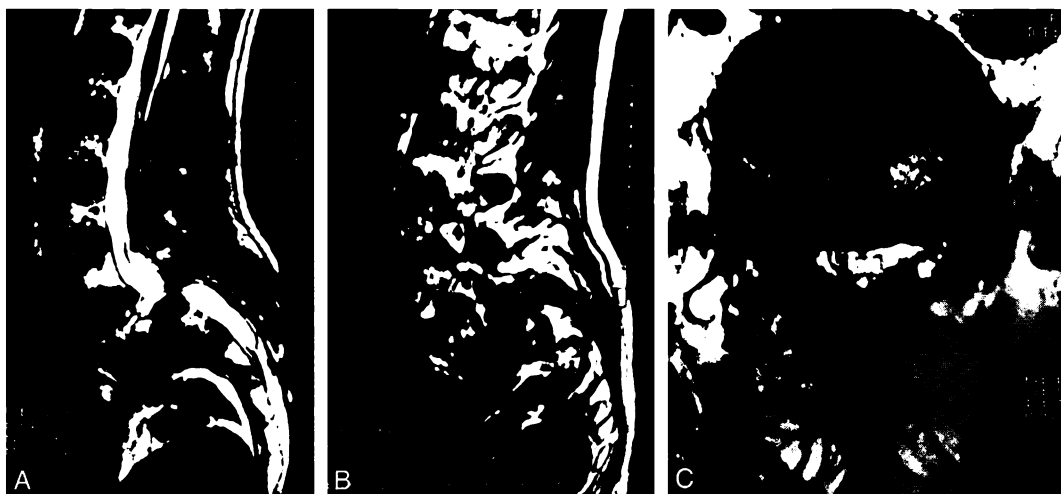


Figure 6.5 Spondylolisthesis de L5 sur S1 grade 3 en IRM.

a. Séquence T2. Coupe sagittale. Noter l'importance du glissement en avant de L5 sur S1. Les disques L4-L5 et L5-S1 sont complètement déshydratés.

b. Séquence T1. Coupe sagittale. Nous voyons bien les foramens latéraux qui sont libres, sans atteinte des racines.

c. Séquence T2. Coupe coronale. Rétrécissement du calibre du canal lombaire.

- hyperalgie anormale naturelle ou provoquée ;
- amaigrissement involontaire ;
- état fébrile ;
- présence ganglionnaire ;
- amyotrophie ;
- abolition des réflexes rotulien et achilléen ;
- douleurs essentiellement nocturnes ;
- suites de traumatismes violents sans bilan radiographique ;
- prise de corticoïdes au long cours.

Causes non mécaniques

La consommation d'alcool et de tabac doit être recherchée. Pour l'instant, il n'existe pas de lien démontré entre discopathie et consommation d'alcool. En revanche, la consommation de tabac est directement liée à l'augmentation du risque de discopathie par diminution de vascularisation locale. La sédentarité, le surpoids et le diabète sont eux aussi des causes de discopathie. Le principal facteur de risque étant génétique, la notion de lombalgie ou de cervicalgie familiale doit également être recherchée.

Ces douleurs très fréquentes et invalidantes sont d'origines diverses. Nous verrons tout au long de cette partie les signes qui nous amènent à diriger le patient vers un spécialiste.

Ces douleurs peuvent être uniquement d'origine mécanique, articulaire, discale, traumatique, infectieuse ou tumorale. Elles peuvent apparaître subitement ou être chroniques.

Nos techniques ne sont jamais violentes ni douloureuses. On redouble d'attention devant :

- une ostéoporose créant une diminution de hauteur des vertèbres ;
- un état de fatigue général ;
- une prise d'antidépresseurs et de cortisone prolongée ;
- une hyporéflexie rotulienne ou achilléenne.

Métastases vertébrales

Le cancer osseux primitif de la colonne est rare, on voit surtout des métastases osseuses. Elles surviennent après un cancer :

- des bronches et des poumons ;
- du sein ;
- du rein ;
- de la prostate ;
- de la thyroïde.

Symptomatologie

- La douleur, dans plus de 80 % des cas.
- Elle devient vite intolérable.
- Elle se manifeste à des horaires variables.

- Elle est plus intense en fin de nuit ou au chant du coq.
- Elle s'accompagne d'une altération de l'état général (amaigrissement, fatigue, fièvre).
- Elle n'est pas automatiquement déclenchée par le mouvement.
- Elle peut être spontanée et très vive.
- Elle peut provoquer une déformation locale de la colonne ou une masse sous la peau.
- Elle peut déclencher une fracture spontanée.
- Les bilans sanguins ou urinaires peuvent être perturbés (hypercalcémie, élévation des transaminases, présence de marqueurs tumoraux spécifiques).

À savoir

Se méfier :

- de toute douleur vertébrale :
 - nocturne spontanée non calmée par le repos,
 - intolérable, indépendamment de toute mobilisation de la colonne,
 - non déclenchée par une activité ou par une position et accompagnée de fontes musculaires inexpliquées ;
- d'une abolition réelle des réflexes patellaire et achilléen ;
- d'une perte de poids ;
- d'une fatigue intense inexpliquée ;
- de la fièvre ;
- de l'anémie ;
- de l'hématurie ;
- d'une alternance diarrhée-constipation.

Hernies discales

Il existe de nombreux pièges, certaines pathologies provoquent les mêmes douleurs que les hernies discales dont nous avons vu quelques exemples.

Il ne faut pas immédiatement penser que nos manipulations se situeront forcément sur la zone hyperalgique et qu'elles auront pour but de faire « rentrer une hernie ».

Le processus pathologique se fait soit instantanément, lors d'un effort, soit lors d'un mouvement mal conduit.

Sous l'appellation « hernie discale » se trouvent d'autres pathologies que nous décrirons succinctement plus loin. Distinguons déjà les hernies discales aiguës subites et chroniques :

- les hernies discales aiguës subites : ce sont les plus difficiles à soigner. On assiste vraiment à une énucléation discale avec migration du matériel discal provoquant une douleur vive intolérable. Le moindre mouvement fait hurler le patient et le meilleur traitement est le repos accompagné d'antalgiques. La douleur intense nous empêche d'être précis et de placer idéalement le patient qui est en position antalgique non modifiable. Une fois l'épisode hyperalgique passé, le patient peut bénéficier de nos soins ;
- les hernies discales plus anciennes : après la soixantaine, on trouve systématiquement des discopathies, avec plus ou moins de zones herniées chez les patients. La plupart sont indolores et prouvent bien que le bilan d'imagerie peut être sujet à caution, s'il n'est pas accompagné d'anamnèse et de tests précis. Les autres donnent des lombalgies chroniques entrecoupées de névralgies, surtout du nerf sciatique, selon l'activité et les efforts, parfois même spontanément. L'évaluation des réflexes est importante à prendre en compte.

Réflexes

Il s'agit essentiellement des réflexes patellaires et achilléens. Chaque muscle est innervé en moyenne par trois ou quatre racines nerveuses, dont une ou deux sont dominantes.

Une simple diminution du réflexe en le comparant au côté opposé n'est pas simple à interpréter. Elle correspond souvent à un blocage vertébral qui n'est pas systématiquement localisé près des racines qui sont concernées. La notion de pression intracanaulaire est certainement déterminante.

Réflexe patellaire (L3-L4)

Intéressant à utiliser, il peut mettre en évidence :

- une aréflexie unie ou bilatérale ;
- une hyporéflexie unie ou bilatérale ;
- une hyperréflexie, le plus souvent bilatérale ;
- des réactions pendulaires.

Aréflexie bilatérale

Avant de l'interpréter, sachez qu'elle est souvent due à un contrôle du patient qui anticipe votre action (figure 6.6).

Demandez au patient de fermer les yeux, de croiser les doigts et d'étirer le plus possible les membres supérieurs. La plupart du temps, les réflexes patellaires redeviennent normaux.

Hyporéflexie unilatérale

On la trouve dans les problèmes de cruralgie, de sciatalgie ou les simples blocages ostéoarticulaires, le plus souvent de la charnière dorsolombaire.

Dans ce dernier cas, le simple fait de débloquent la charnière dorsolombaire agit sur les pressions intracanales vertébrales et foraminales et libère les contraintes médullaires et radiculaires.



Figure 6.6 Aréflexie bilatérale.

Source : Pierre-François Couderc.

Attention aux hyporéflexies et aréflexies unilatérales accompagnées d'une amyotrophie, elles nécessitent un bilan iconographique.

Hyperréflexie

Elle est le plus souvent le fait de personnes hyper-réactives et hypersensibles.

L'hyperréflexie autonome survient après un accident grave, c'est un signe d'atteinte médullaire située au-dessus de la sixième vertèbre thoracique.

Elle est due à une dystonie du système nerveux autonome. Elle s'accompagne d'hypertension et de rougeurs cutanées.

Réactions pendulaires

Le réflexe se produit normalement, mais le muscle continue à se contracter par saccades. Ce peut également être une simple hyperréactivité du patient ou bien le signe d'une atteinte neurologique.

Réflexes achilléens (S1)

En percutant au marteau réflexe le tendon d'achille, le pied exécute une flexion plantaire (figure 6.7).



Figure 6.7 Réflexes achilléens.

Source : Pierre-François Couderc.

Nous pratiquons cette technique en position assise, en étirant au préalable le tendon d'achille. On peut aussi la réaliser en procubitus.

Force musculaire

Elle est assez peu révélatrice en cas d'asymétrie faible.

La douleur, l'appréhension du patient, les préférences motrices, les dysfonctions somatiques, la finesse d'appréciation de l'opérateur et la contraction possible d'autres muscles synergiques lors du test brouillent les pistes. Il faut objectiver une perte de force significative.

Tests arthroligamentaires

Test doigts au sol

Comme le test de Shober, il n'est pas très utile. On sait bien qu'une personne qui souffre de la colonne peut difficilement se pencher en avant.

Il n'est pas spécifique de la sacro-iliaque, il indique simplement une tension ou une défense musculo-ligamentaire-fasciale unilatérale ou bilatérale du rachis, d'origine mécanique ou viscérale.

Tests de mobilité classique

Ils sont intéressants à exécuter pour mettre en évidence les zones de conflits articulaires. Les tests de mobilité montrent une limitation des mouvements, sans donner toujours avec précision la cause d'absence ou de manque de mobilité.

Très nombreux, nous en décrivons un seul, facile d'exécution et de compréhension. On le réalise en position assise ou debout.

En position assise

Attention, il est différent selon que le patient est en lordose ou en cyphose. Il vaut mieux le pratiquer en lordose physiologique (figure 6.8) :

- la colonne lombaire : situé derrière le patient, entraînez de votre avant-bras la colonne en flexion latérale en entourant chaque processus épineux de vos doigts. Les processus épineux doivent se diriger dans la concavité du côté de la flexion latérale ;
- le bassin et le sacrum : l'aile iliaque s'antériorise du côté de la flexion latérale, de même que le sacrum à sa partie crâniale.

En latérocubitus

Le sacrum : le patient repose sur le côté opposé à celui à tester, le membre inférieur sur la table tendu et l'autre semi-fléchi (figure 6.9). Amenez l'épaule vers le sacrum pour relâcher les tensions

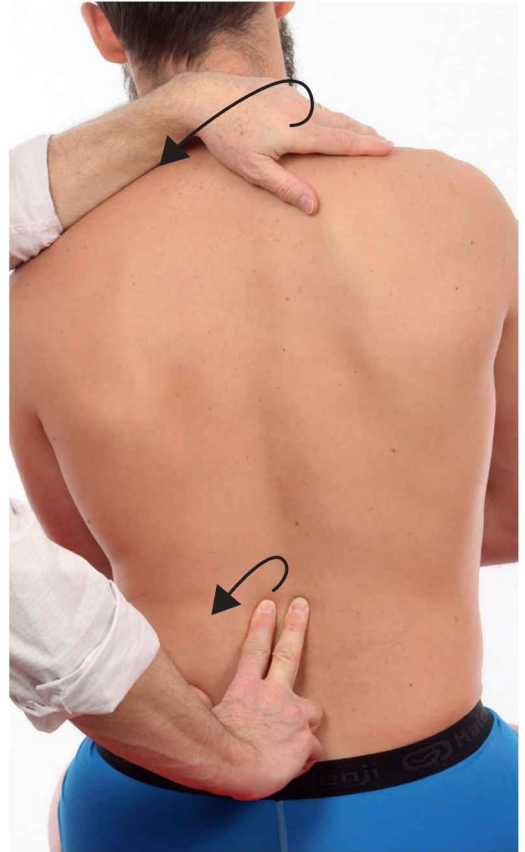


Figure 6.8 Test arthroligamentaire lombaire en position assise.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.9 Test du sacrum en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

musculaires, posez un pouce sur la crête sacrée latérale. De votre bassin, poussez simultanément l'aile iliaque du patient en arrière et le sacrum en avant. Placez successivement votre pouce sur les quatre parties sacrées, dans le prolongement des processus épineux.

En procubitus

Test de torsion du disque (figure 6.10) : placez les paumes l'une sur l'autre, à environ quatre travers de doigt des processus épineux, au niveau des processus transverses. Vous vous situez du côté opposé au segment à mobiliser. Effectuez un appui en direction sagittale pour évaluer la résistance et la mobilité de l'arthron et notamment de la partie discale homolatérale. Comparez les deux cotés en prenant bien soin de dépasser la barrière des apophyses articulaires. Évaluez la résistance de torsion de la périphérie discale. Une raideur marquée peut être le signe d'une altération discale avec déshydratation globale. L'hyperlaxité signifie une instabilité discale en rapport avec une lésion radiaire.

Discussion : avant d'atteindre la résistance discale, on perçoit les résistances myofasciales des grands muscles, comme le carré des lombes et les multifides, des petits muscles, comme les intertransversaires, et du système ligamentaire souvent fibrosé, comme les ligaments du longitudinal dorsal, échangeant des fibres avec l'*annulus fibrosus*, ilio-lombaires et intertransversaires. Sur tous les patients examinés, on constate une très nette résistance des segments L5-S1. L'étage L4-L5 présente une anomalie d'hyperlaxité en



Figure 6.10 Test torsion discale en procubitus.
Source : Pierre-François Couderc.

flexion et L3-L4 en latéroflexion et en torsion pour compenser la rigidité L5-S1.

Tests et techniques

En cas de discopathie, il faut palper et tester toutes les structures qui avoisinent les disques, en allant de la superficie à la profondeur.

Ces structures nous permettent d'avoir un effet indirect sur les douleurs discogéniques et le disque lui-même. Nous allons maintenant étudier toutes ces structures en commençant par la peau.

Peau

Palpation cutanée

À la sortie du foramen intervertébral, on trouve une branche antérieure motrice et une branche postérieure sensitive.

Branche postérieure

Elle contourne les massifs articulaires postérieurs. Elle fournit l'innervation par sa branche latérale :

- à la capsule du processus articulaire postérieur ;
- aux ligaments jaune et longitudinaux dorsal et ventral ;
- au système vasculaire ;
- aux muscles spinaux ;
- à la peau.

Il existe une intrication importante de tous les petits filets nerveux des ligaments vertébraux, des disques et de la capsule.

Hyperesthésie cutanée provoquée

En regard d'une discopathie ou d'un syndrome des facettes, la peau s'épaissit et devient très sensible. Phénomène intéressant, ceci peut arriver en quelques heures. Faites l'expérience vous-même, si votre colonne lombaire va bien, vous pouvez mobiliser la peau facilement sans douleur. Retestez votre peau après une activité qui vous a fait mal au dos, la peau devient plus épaisse et sensible et difficilement décollable.

Température de la peau

Lorsque certaines zones de la peau sont chaudes, froides ou plus humides, elles signifient une activité anormale du système sympathique. C'est souvent le signe d'une dysfonction viscérale associée.

Rappelons que l'innervation périphérique du disque est en relation avec le système sympathique par l'intermédiaire du nerf récurrent de Luschka et du ganglion spinal.

En général, la température de la peau en regard des processus épineux est souvent en relation avec une dysfonction viscérale, alors que celle qui est en regard des processus transverses est plus corrélée avec un problème ostéo-disco-articulaire. On peut évaluer la température de la peau par contact digital direct ou par le diagnostic thermique manuel qui s'effectue à une distance de 10 cm de la peau.

Temps de recoloration

C'est un bon indicatif de la régulation locale du système neurovégétatif.

Différentes zones cutanées

Considérons les projections cutanées en regard des processus épineux et transverses lombaires de D12 à S2.

L'expérience nous a montrée qu'en cas de discopathie, on trouve des zones hyperesthésiques sur les deux ou trois premières lombaires. D'autres zones se concentrent sur la crête iliaque plutôt latéralement, le long de l'articulation sacro-iliaque jusqu'à S2 et dans la partie moyenne de la fosse iliaque :

- elles correspondent aux nerfs ilio-inguinaux donnant les nerfs cluniaux supérieurs, souvent liées à des discopathies ;
- en dessous de S2, le plexus sacré envoie des fibres nerveuses cutanées en relation avec le système urogénital, ce sont les nerfs cluniaux inférieurs.

Test cutané

Il se différencie du palper-rouler de Wetterwals qui a pour but d'améliorer les cellulalgies et les masses graisseuses (figure 6.11).

On recherche les zones où la peau est plus induite à la jonction dermo-épidermique qui est très réflexogénique et non décollable.

Position du patient

On teste les zones cutanées en décubitus ventral ou en latérocubitus, qui permet d'avoir un crédit de peau plus important.

On tracte la peau en la faisant rouler pour bien sentir la différence entre l'épiderme (très peu réactif) et le derme, et ensuite entre le derme et l'épiderme, c'est une zone fréquemment sensible.

Manipulation en latérocubitus

Stimulez les mécanorécepteurs de la peau par quelques tractions-torsions maintenues, agissez par induction jusqu'à ce que la douleur disparaisse.

Fait étonnant, le pli de peau après quelques manipulations a tendance à diminuer très rapidement et l'hyperesthésie disparaît. La diminution du pli de peau pourrait être due à une amélioration de la circulation lymphatique.

Nous utilisons aussi cette technique pour les dysfonctions viscérales et articulaires.

Torsion-induction cutanée périspinale

Dans les techniques cutanées, il faut rechercher minutieusement les tensions cutanées autour des processus épineux lombaires (figure 6.12).

La branche latérale du nerf spinal fournit de nombreuses petites ramifications autour des processus épineux. Il est bon de les relâcher pour avoir un effet indirect au niveau foraminal.



Figure 6.11 Test cutané en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.12 Torsion induction cutanée périspinale en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

Test

Il se fait en latérocubitus, vous vous situez face au patient.

Placez un pouce et un index de part et d'autre du processus épineux des vertèbres lombaires.

Effectuez une rotation horaire et anti-horaire pour apprécier la mobilité de la peau périspinale. C'est sur la zone qui ne permet pas ces mouvements qu'on agit.

Technique

Réalisez des torsions-rotations-inductions des zones cutanées pour avoir un effet neurocutané jusqu'à ce que la peau se mobilise facilement.

Conseil

Chez certains patients, la peau est impossible à soulever et à faire glisser. De vos pouces, repoussez la peau au maximum, de manière à pouvoir l'étirer avec les index et les majeurs. Maintenez l'étirement quelques secondes en induction (figure 6.13).

Ce sont les pouces qui effectuent le plus grand travail en exerçant une poussée maintenue par les autres doigts.

Ring fascial de la crête iliaque

Dans les lombalgies et les lombosciatalgies, il existe presque systématiquement une zone fasciale



Figure 6.13 Torsion induction en cas de peau indurée.

Source : Pierre-François Couderc.

indurée au 2/3 latéraux de l'épine iliaque postéro-supérieure (figure 6.14).

Nous avons vu l'importance de L2 dans les discopathies lombaires. C'est au niveau de L2-L3 que se trouve le départ de la branche perforante du nerf ilio-hypogastrique. À son arrivée à la crête iliaque, sa partie perforante est entourée d'un ring fascial.

Ce ring fascial est souvent induré et crée une compression du nerf ilio-hypogastrique qui décharge en retour des informations nociceptives vers L2.

Test

Faites glisser un doigt de médial à latéral, juste en dessous de la lèvre externe de la crête iliaque. C'est latéralement, par rapport au tubercule iliaque (élargissement de la lèvre externe), que se trouve le ring fascial.

Lorsque le test est positif, le doigt ne peut pas glisser sur les téguments et on sent une sorte de nodule sensible.

Traitement

Placez deux doigts de part et d'autre du noyau induré et effectuez une traction-induction progressive. Petit à petit, on le sent fondre et la douleur à la compression disparaît.

C'est une manœuvre qui aide à relâcher la tension musculaire vertébrale des premières lombaires.

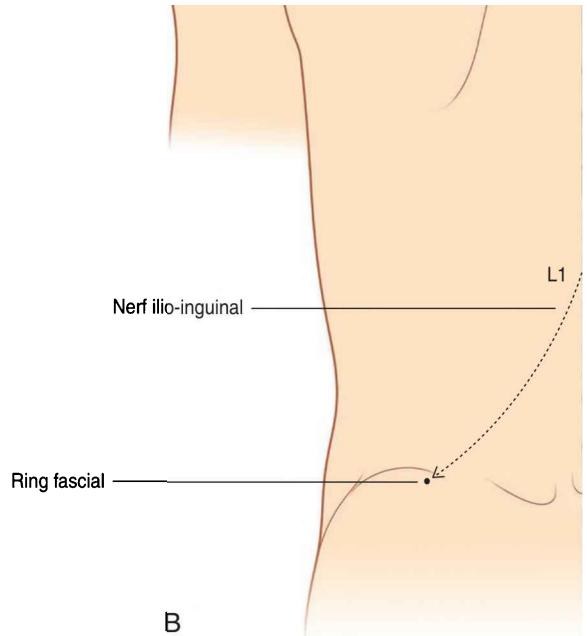
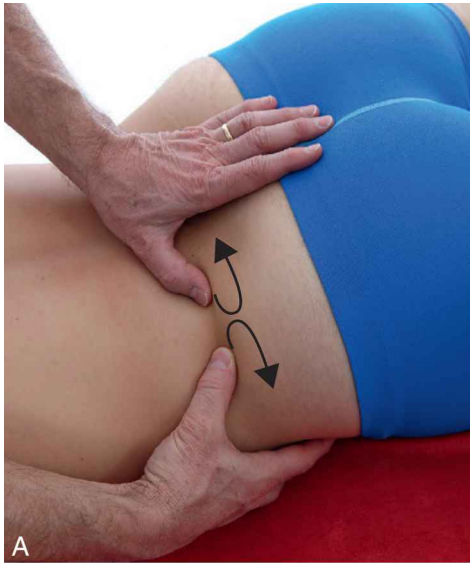


Figure 6.14 Ring fascial de la crête iliaque.

Source : a. Pierre-François Couderc. b. extrait de Gray's Anatomie pour les étudiants/3^{ème} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, fig. 2.36. Copyright 2015 avec l'autorisation d'Elsevier.

Muscles et système neuromusculaire

Tests neuromusculaires

Le rameau dorsal du ganglion spinal se dirige postérieurement et se divise en branches médiale et latérale.

La branche latérale s'échappe du rachis et innerve les muscles érecteurs et cutanés, surtout pour L1 et L2.

La branche médiale passe dans la gouttière transverso-apophysaire et dans le défilé maxillo-accessoire. Elle envoie des branches pour les processus articulaires et se continue vers la pointe des processus épineux.

Petits muscles

Ce sont les érecteurs du rachis, surtout les :

- surépineux ;
- interépineux ;
- intertransversaires ;
- multifides ;
- courts rotateurs des lombes.



Figure 6.15 Palpation neuromusculaire.

Source : Pierre-François Couderc.

Palpation neuromusculaire (figure 6.15)

Nerfs spinolamellaires et spinotransversaires

- Premier temps : le patient est soit en procubitus, soit en latérocubitus, tour à tour droit et gauche. On cherche les zones punctiformes sensibles voire douloureuses dans le corps musculaire. Ce ne sont pas les grands spasmes qui nous intéressent mais plutôt des ponts précis de

névralgie. On parcourt les vertèbres du processus épineux à la lame et de la lame aux processus transverses.

- Deuxième temps : on va chercher à écarter, d'un ou deux doigts d'une main, les muscles érecteurs du rachis des processus épineux et transverses et, avec un doigt ou avec le pouce de l'autre main, on glisse le long des parties osseuses à la recherche de tous petits filets nerveux indurés et sensibles. Normalement ces filets sont très fins et très peu sensibles. En cas de lombalgie et de hernie discale, ils sont plus épais et douloureux à la compression.

Traitement

Dans le corps musculaire

Une fois repéré le point neural sensible du corps musculaire, placez un doigt de part et d'autre de ce point et exercez une induction. Ne cherchez pas à le comprimer, au risque de stimuler les nocicepteurs et d'augmenter la douleur.

Contre le relief osseux

Nous ne sommes plus en présence d'un point mais d'un filet nerveux. Détectez la partie la plus sensible et mettez un doigt de chaque côté pour exercer un étirement-induction.

Conseils

- Dans les manipulations neurales, il vaut mieux éviter de comprimer le nerf, au risque d'augmenter les douleurs. C'est par des techniques très douces d'élongation-induction qu'on obtient surtout les meilleurs résultats et quand on a déjà, au préalable, relâché les tissus mous péri-neuraux.
- Évitez toujours les manœuvres trop longues et répétées. Notre efficacité n'est pas une affaire de temps mais de précision.

Remarque

Rappelons que plus on s'approche des processus épineux, plus on est en présence de zones connectées aux organes ; à l'inverse, plus on s'approche des processus transverses, plus on est sur des connections ostéoarticulaires.

Grands muscles

Certains grands muscles nous permettent d'avoir un effet discal en raison de leurs attaches corporeodiscales vertébrales, comme le diaphragme, l'ilio-psoas et le carré des lombes. D'autres, grâce à leurs actions barométriques, comme le transverse de l'abdomen, ont une influence indirecte mais indéniable sur la viscoélasticité discale.

Diaphragme

Nous ne retiendrons que les insertions qui sont utiles pour équilibrer les tensions discales.

Piliers du diaphragme (figure 6.16)

- Le pilier gauche, de TH12 à L3, sur les corps vertébraux et les disques intervertébraux de L3.
- Le pilier droit, de TH12 à L4, sur les corps vertébraux des disques intervertébraux de L4.

Les attaches discales sont solides. Notons que les piliers droit et gauche sont reliés par des fibres conjonctives de Luschka.

Le pilier droit est le plus important, il contribue à 70 % à former le ligament arqué médian pour le hiatus aortique et le canal thoracique. Plus crânialement, il forme le hiatus œsophagien au niveau de TH10 qui laisse aussi passer les nerfs vagues. Il échange des fibres avec le muscle de treitz.

Conséquences discales

Une incoordination diaphragmatique ajoutée à un spasme peut avoir des conséquences discales. Ils ne vont pas créer une hernie discale mais un défaut de viscoélasticité dû à une diminution de la tension longitudinale du disque.

Quelle partie du diaphragme relâcher ?

Il faut se rappeler que toutes les attaches du diaphragme constituent un continuum anatomique. Les piliers médians, formant le bord fibreux du hiatus aortique, ont des filets qui rejoignent le pilier médial recouvrant le psoas. Ils se dirigent du corps vertébral de L1 et souvent de L2 au processus transverse de L1.

Techniques

Relâchement des piliers médian et médial en latérocubitus

Le patient repose tour à tour sur les deux côtés, vous vous situez face à lui (figure 6.17).

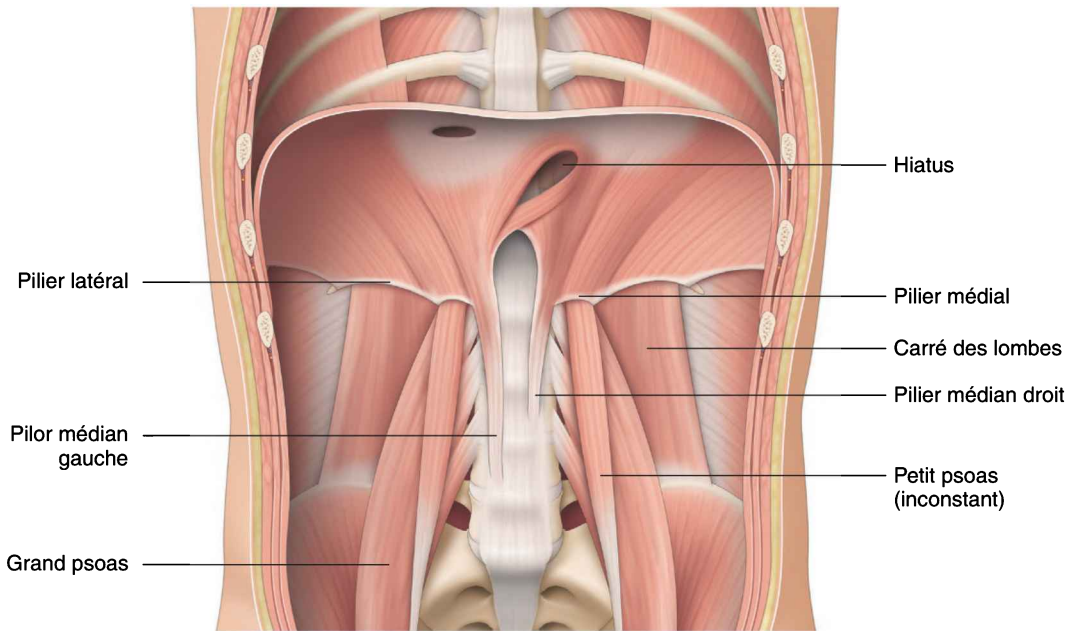


Figure 6.16 Piliers du diaphragme.

Source : Cyrille Martinet.

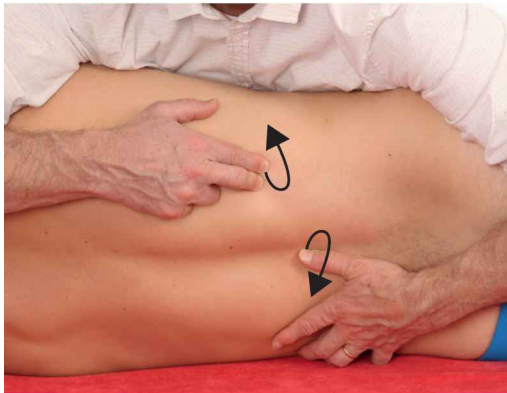


Figure 6.17 Relâchement des piliers médian et médial en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

Posez deux doigts d'une main sur la partie médio-caudale de la douzième côte et le pouce contre le processus épineux de L1, de manière à avoir un bon appui. La paume repose bien à plat contre la colonne vertébrale.

Amenez l'épaule en direction de L1. Attention à ne pas la pousser trop en arrière, au risque de créer une douleur lombaire ou scapulo-humérale.

Amenez ensuite doucement le bassin en arrière vers la table, tout en poussant la douzième côte en avant et médialement.

Pour bien sentir les tensions, demander au patient de faire quelques inspirations profondes.

Finalement, votre pouce est au sommet d'un triangle composé par des lignes rejoignant l'épaule et le bassin à la douzième côte. Le mouvement doit être progressif et non douloureux, on le réalise des deux côtés.

Testez aussi les autres côtes, il existe fréquemment une tension costale en direction crâniale qui accompagne celle de la douzième côte.

Cette technique a aussi un effet sur le ligament arqué latéral ou cintré du diaphragme qui recouvre le carré des lombes.

Relation entre le diaphragme et le transverse

Le transverse naît de la face interne des cartilages costaux des six dernières côtes. Ses insertions se mélangent à celles du diaphragme. Cette caractéristique implique qu'on doit libérer ces deux muscles pour obtenir un effet plus complet et durable.

Transverse de l'abdomen (figure 6.18)

Ce muscle joue un rôle considérable sur les pressions abdominopelviennes, pour la défécation, la miction, la respiration et l'accouchement. Il exerce une pression sur le disque intervertébral qui lui assure une bonne élasticité.

Attaches

- Les six dernières côtes.
- Le *fascia* thoracolombaire.
- Les processus costiformes de L1 à L4.
- La crête iliaque.
- L'arcade fémorale.

Trajet

- Direction horizontale vers la ligne blanche, avec une concentration plus importante des fibres musculo-fasciales au niveau péri-ombilical.

- Les fibres les plus caudales, provenant de l'arcade fémorale, s'insèrent sur le pubis.

Innervation

- Les nerfs intercostaux 5 à 12.
- Le plexus lombaire.

Technique en latérocubitus

Le patient repose sur le côté opposé au transverse à traiter, vous vous situez derrière lui :

- premier temps (figure 6.19) :
 - placez les pouces bien à plat sur le processus transverse de L1 à L4. Dépassez très légèrement et ventralement le contact des processus transverses pour vous assurer d'être contre le *fascia* thoracolombaire et non sur les attaches du carré des lombes. De votre thorax, effectuez une petite rotation du corps du patient vers la table pour augmenter l'espace où reposent les pouces,

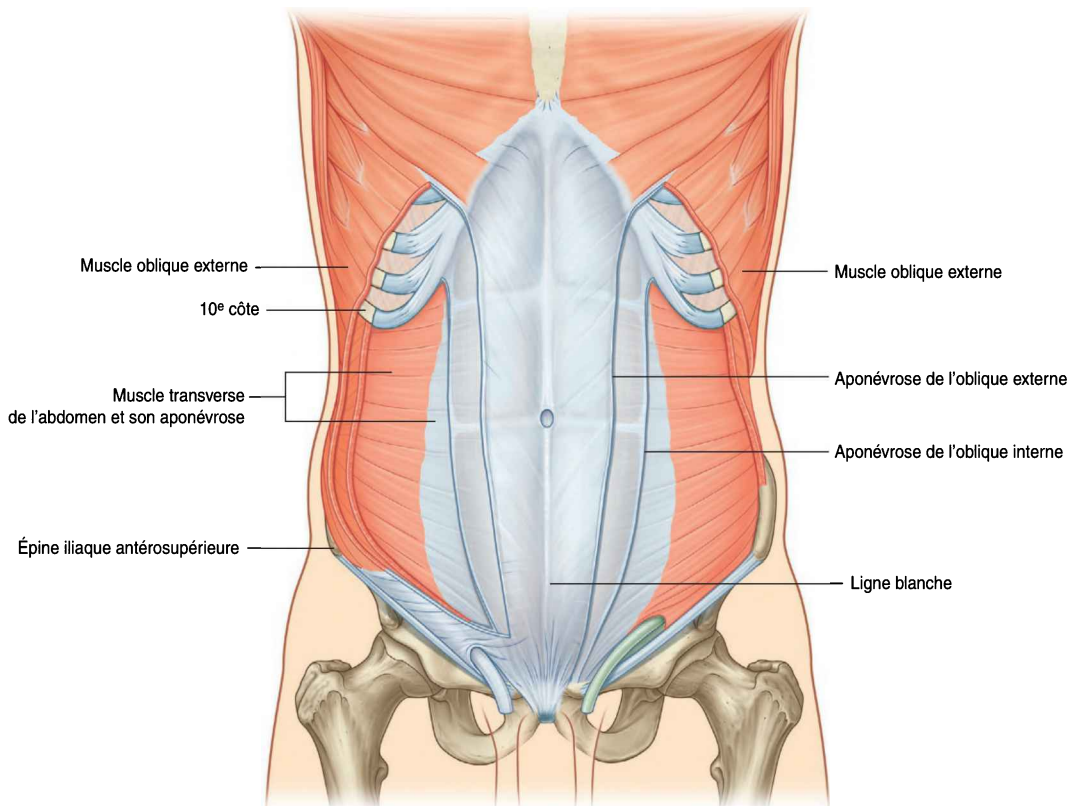


Figure 6.18 Transverse de l'abdomen.

Source : extrait de Gray's Anatomie pour les étudiants/3^{ème} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, fig. 4.30. Copyright 2015 avec l'autorisation d'Elsevier.



Figure 6.19 Technique transverse de l'abdomen, 1^{er} temps.
Source : Pierre-François Couderc.

- cherchez les tensions du *fascia* thoracolombaire pour les traiter d'abord directement et ensuite en induction,
- pour les lombaires hautes, poussez de votre thorax, en direction crâniale, les côtes du patient,
- pour les lombaires basses, faites de même avec le bassin que vous repoussez en direction caudale. Ceci permet d'accéder plus largement aux parties latérales et antérieures des processus transverses ;
- deuxième temps (figure 6.20) : dans la même position, laissez un pouce contre le *fascia* thoracolombaire et plus médialement sur les fibres du muscle transverse où la tension est la plus forte. Du pouce de l'autre main, recherchez les tensions musculaires abdominales les plus marquées. C'est le plus souvent profondément, autour de l'ombilic et vers le canal inguinal, qu'elles se situent.

Remarque

Même si cette technique concerne le transverse, elle intéresse d'autres muscles, comme le carré des lombes et les obliques externe et interne de l'abdomen.

Carré des lombes

Attaches (figure 6.21)

- De la douzième côte aux processus transverses de L1-L4.
- Des processus transverses de L1 à L4 à la crête iliaque.
- De la douzième côte à la crête iliaque et au ligament ilio-lombal, dont Testut pense qu'il n'est qu'une partie du carré des lombes.

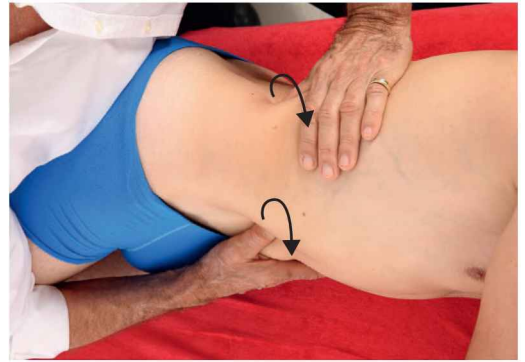


Figure 6.20 Technique transverse de l'abdomen, 2^e temps.
Source : Pierre-François Couderc.

Étirement

En analysant les insertions musculaires, on se rend compte que pour relâcher le carré des lombes, il faut ouvrir le plus possible l'espace costo-iliaque, en direction crâniale pour la douzième côte et caudale pour le bassin.

Technique en latérocubitus (figure 6.22)

Le patient repose du côté opposé au carré des lombes à étirer, la tête sur la main qui est contre la table.

Vous vous situez derrière en plaçant une main contre sa crête iliaque.

Pendant que le patient fait une abduction du membre supérieur, il étire son membre inférieur en direction distale. De votre main, poussez simultanément le bassin dans la même direction pour augmenter l'étirement.

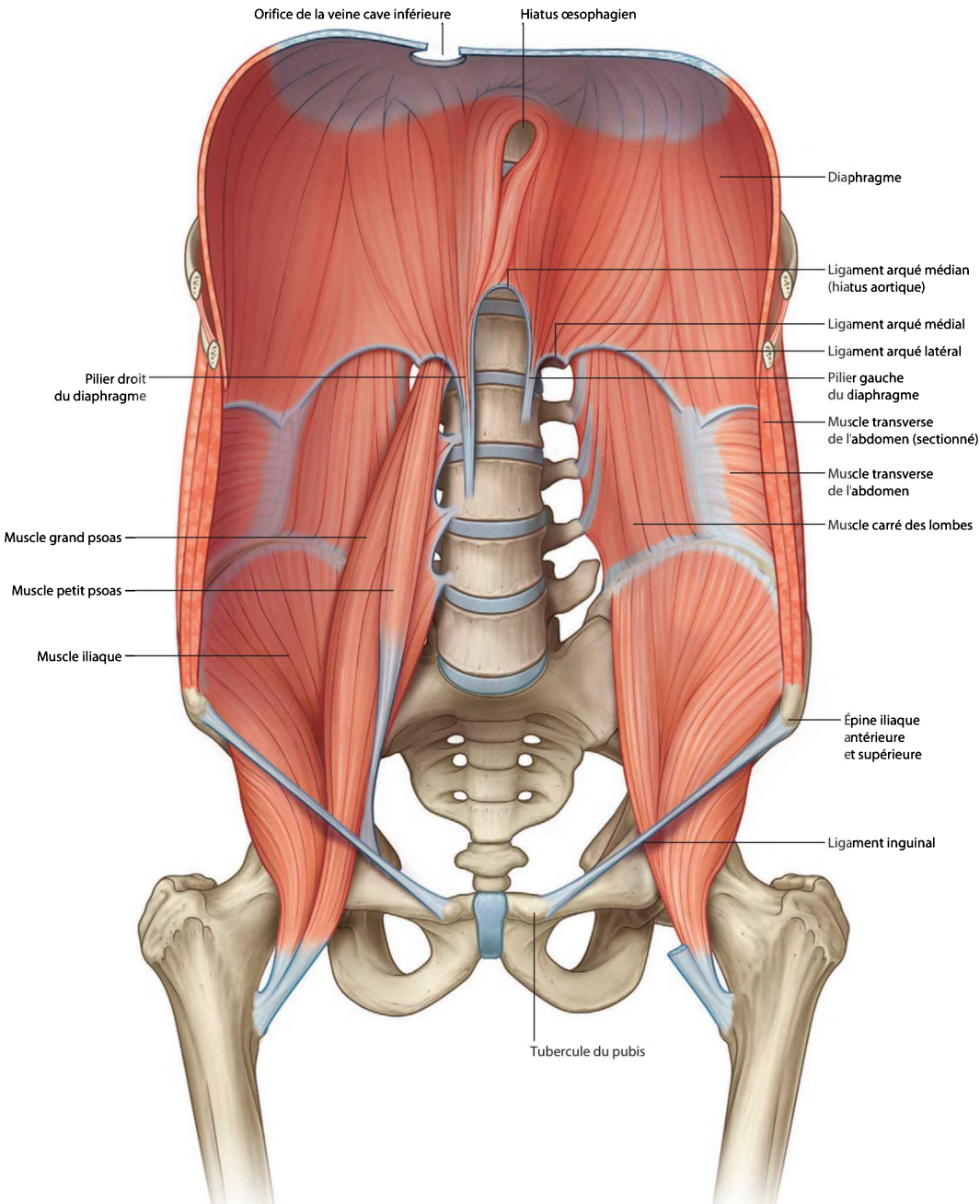
Réalisez cette manœuvre bilatéralement une dizaine de fois.

On peut aussi pratiquer la même technique que pour le muscle transverse mais en restant au contact des processus transverses.

Exercice en position debout (figure 6.23)

Le patient se tient debout, de côté, le membre supérieur contre un mur. Au début, les pieds ne sont pas trop éloignés du mur pour éviter que le mouvement ne soit trop fort et douloureux.

Demandez au patient de plaquer son thorax contre le mur en tirant le plus possible la main vers le haut, puis de faire glisser progressivement sa main le long du mur comme s'il voulait toucher le plafond. Cet exercice est à faire à la



Muscles de la paroi abdominale postérieure

Figure 6.21 Attaches du carré de lombes.

Source : Extrait de Gray's Atlas d'anatomie humaine/1^{ère} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, p. 183. Copyright 2017 avec l'autorisation d'Elsevier.



Figure 6.22 Technique du carré de lombes en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.23 Technique du carré de lombes en position debout.

Source : Pierre-François Couderc.

maison une dizaine de fois des deux côtés. Il implique aussi fortement le muscle grand dorsal.

Remarque

Les techniques sur les muscles transverse de l'abdomen et carré des lombes ont un effet indirect sur les pressions discales. Ces muscles sont tendus ou spasmodés en cas de lombalgie ou de sciatalgie, ce qui change les pressions intradiscales et empêche une bonne hydratation et nutrition des disques.

Ilio-psoas et petit psoas (figure 6.24)

Psoas

Le psoas est un muscle rétropéritonéal que les thérapeutes manuels ont l'habitude de traiter. Nous vous proposons une technique qui nous semble avoir un effet plus spécifique sur les disques intervertébraux.

Attaches crânielles profondes

Processus transverses de TH12 jusqu'à L4.

Attaches crânielles superficielles

- Face latérale du corps de TH12 et du disque TH12-L1.
- Bords crâniens et caudaux des quatre premières lombaires.
- Bords latéraux des disques L4-L5.

Trajet

Il passe sous le ligament arqué médial du diaphragme, entre le corps vertébral et le processus transverse de L1. Il s'infiltre sous le ligament inguinal où il rejoint la portion iliaque pour s'insérer sur le petit trochanter.

Iliaque

Il naît de la fosse iliaque interne, de l'épine iliaque antéro-inférieure et de la capsule de la hanche.

Petit psoas

- Naissance : TH12-L1.
- Trajet : il se dirige en avant du psoas.
- Insertion caudale : à la partie crâniale de l'éminence ilio-pectinée.

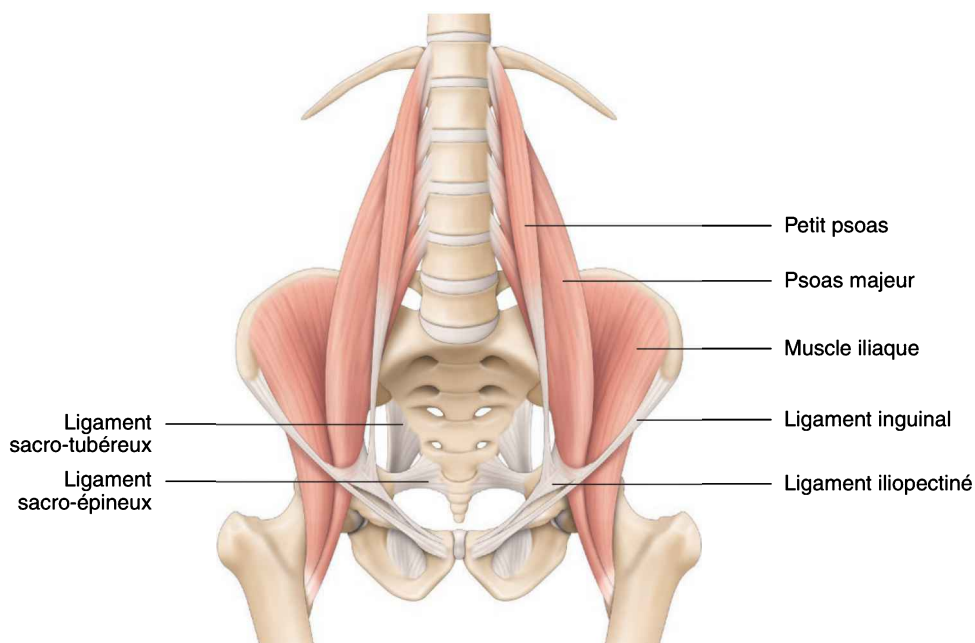


Figure 6.24 Ilio-psoas et petit psoas.

Source : Cyrille Martinet.



Figure 6.25 Technique du petit psoas en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

Inconstant, quand il est absent il est remplacé par un *fascia* dont le rôle est de maintenir une tension crânienne sur le ligament ilio-pectiné.

Technique en latérocubitus (figure 6.25)

Cette technique est sensiblement la même que celle qu'on utilise pour le muscle droit antérieur et le ligament ilio-fémoral.

Le patient repose du côté opposé au psoas à traiter, mais il ne faut pas hésiter à le réaliser bilatéralement.

Appliquez deux doigts d'une main, renforcés par un appui de l'autre main, sur le tendon conjoint de l'ilio-psoas.

De votre thorax, poussez le bassin antérieurement en vous focalisant sur les zones de résistance.

Étirer le tendon de l'ilio-psoas distalement, tout en demandant au patient d'étirer son membre inférieur, le pied glissant en appui sur la table. À la fin du mouvement, imprimez de votre main une poussée postérieure du membre inférieur pour augmenter l'extension de hanche.

Il est important de laisser la colonne lombaire en lordose.

Technique de l'iliaque

Pour traiter aussi la partie iliaque du psoas, faites glisser vos pouces le long du *fascia iliaca*. C'est sur les parties où ils ont du mal à glisser qu'il faut appliquer des techniques d'induction.

Piriforme (figure 6.26)

Évaluation du piriforme

On l'évalue par deux techniques :

- par compression du corps du piriforme, pour créer une douleur en cas de fibrose ou de traversée intrapiriformique du nerf sciatique ;
- par soulèvement du bord caudal du piriforme, en cas de fibrose, il comprime le nerf sciatique juste à sa sortie.

Technique en latérocubitus (figures 6.27 et 6.28)

Le patient repose du côté opposé au muscle piriforme à traiter, vous êtes face à lui, son genou contre votre ventre.



Figure 6.27 Technique du piriforme en latérocubitus.
Source : Pierre-François Couderc.

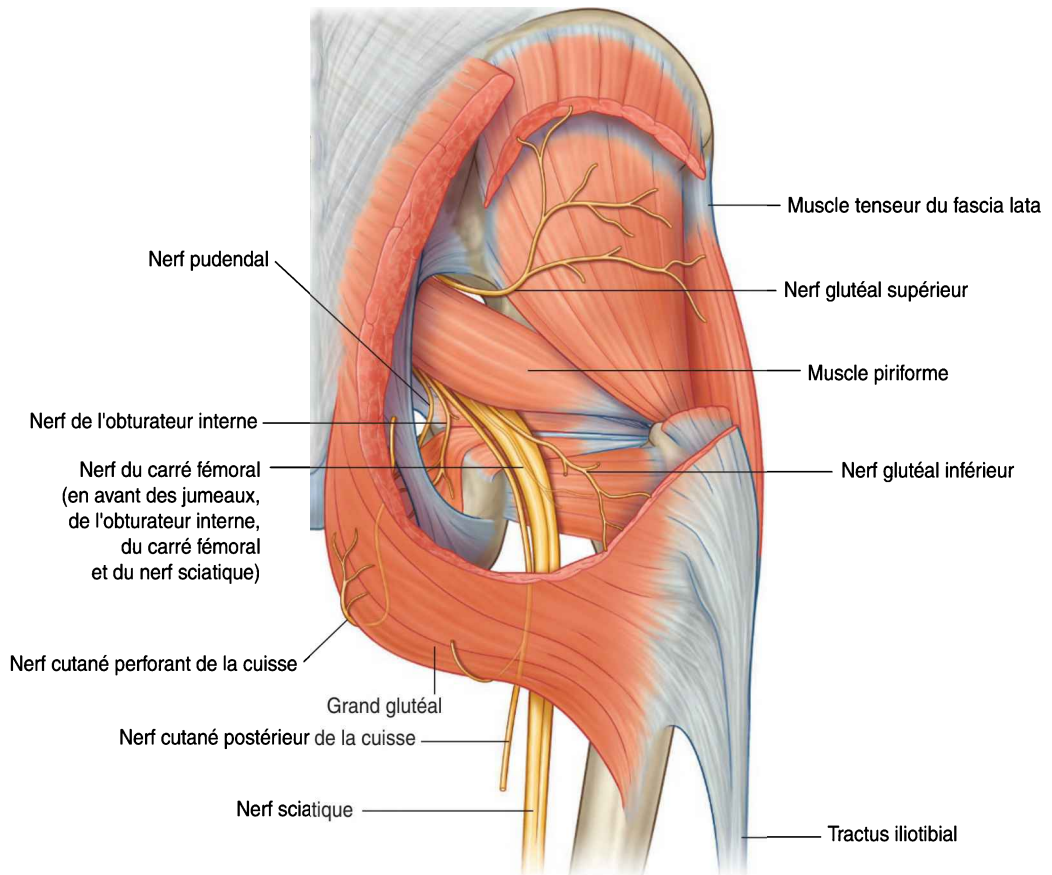
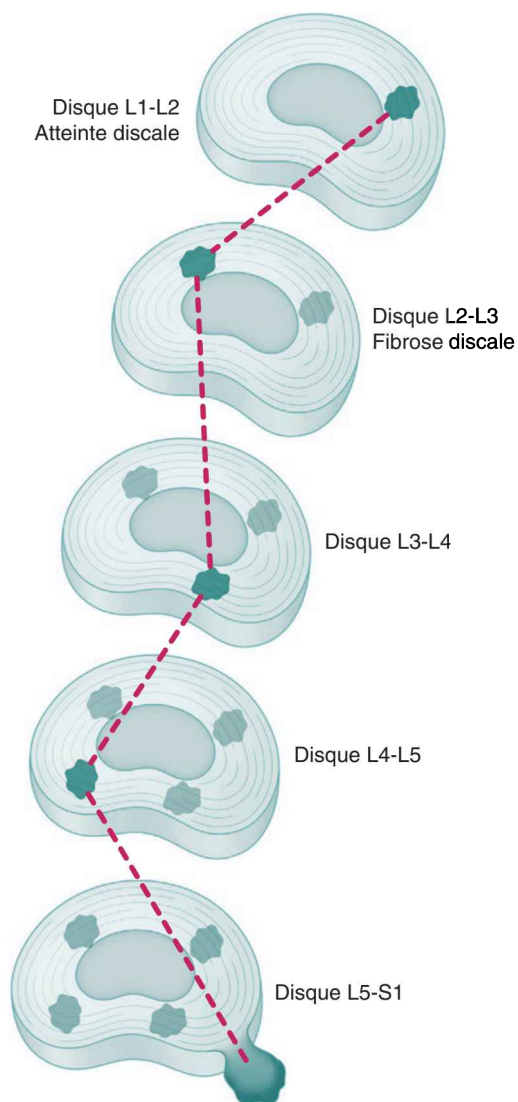


Figure 6.26 Piriforme.

Source : extrait de Gray's Anatomie pour les étudiants/3^{ème} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, fig. 6.47. Copyright 2015 avec l'autorisation d'Elsevier.



La somme de toutes les tensions discales anormales au cours d'une vie provoque une hernie située sur L4-L5 ou L5-S1.

Figure 6.28 Évaluation de tous les disques.

Source : Eléonore Lamoglia.

Posez vos deux pouces contre le rebord caudal du piriforme. Faites jouer le genou du patient en flexion-adduction pour mettre en tension le piriforme.

De votre ventre, poussez le genou vers l'arrière tout en mobilisant de vos pouces le bord caudal du piriforme crânialement.

Attention, le patient ne doit pas ressentir de douleur dans l'articulation coxofémorale.

Disques lombaires

Toutes nos techniques ont pour but de redonner aux disques une bonne viscoélasticité et une meilleure nutrition.

Mais, au préalable, même si les symptômes sont très évocateurs, on évalue toujours l'organisme en entier, principe cher à l'ostéopathie.

Écoute globale

Elle permet de trouver l'une des causes majeures qui ont provoqué ces problèmes discaux. Ce peut être au niveau viscéral, crânien, dentaire ou ostéo-articulaire des membres inférieurs, associé souvent à des troubles psycho-émotionnels.

Il peut aussi arriver que l'écoute globale nous attire directement sur le foyer conflictuel discal, tellement la douleur est forte.

Recherche d'une anisotension

En principe, la pression systolique des deux bras doit être égale.

Chez une personne de moins de 40 ans, elle doit être la même, lorsqu'elle a dépassé cet âge, un écart de deux points peut être considéré comme anormal.

En principe, c'est du côté de la pression systolique la plus basse que se situe le problème qui est le plus souvent rénal ; dans environ 30 % des cas, c'est du côté opposé.

Test d'Adson-Wright

Bien connu des ostéopathes, c'est un autre test qui permet d'objectiver une diminution ou une abolition du pouls radial.

Pour bien le réaliser, le dos du patient doit être contre votre thorax et son membre supérieur en forme de chandelier, à savoir :

- le bras en abduction à 90°, l'avant-bras sur le bras à 90° ;
- le membre supérieur en totale rotation latérale.

C'est seulement à ce moment qu'on demande au patient d'effectuer une rotation cervicale controlatérale de 90° environ.

Ces tests mettent en exergue différents problèmes :

- soit un problème du membre supérieur faisant comprimer la clavicule contre la paquet vasculaire subclavier, par fixation des ligaments acromio-claviculaires et coraco-claviculaires, du muscle subclavier. L'articulation sternoclaviculaire est rarement en cause ;
- soit un problème du diaphragme ;
- soit un problème viscérofascial homolatéral, plèvre, poumons et organes sous-diaphragmatiques homolatéraux ;
- soit une fixation ostéo-articulaire vertébrale cervicale ou thoracique haute et parfois aussi un problème discal ;
- soit une stimulation anormale des nerfs phréniques créant un spasme des muscles subclaviers.

Examen lombaire complet

Effectuez tous les tests lombosacrés et lombopelvien qui font partie de votre arsenal diagnostique, que ce soit les facettes articulaires, les ligaments, les muscles longs et courts, les sacroiliaques, la symphyse pubienne, le coccyx, etc.

Tout peut être à l'origine d'une discopathie et même si les tests prouvent une origine discale, on garde toujours en mémoire qu'après la crise, on trouvera certainement d'autres problèmes importants à traiter.

Évaluation de tous les disques lombaires

Tous les foyers d'induration discale des vertèbres lombaires s'ajoutent pour concentrer leurs tensions sur les vertèbres situées plus bas. Ceci explique en partie pourquoi les disques L4-L5 et L5-S1 sont si souvent en souffrance.

Nous avons été surpris, au début de notre activité, de trouver en cas de protrusion discale basse, des tensions discales plus marquées sur les premières vertèbres lombaires.

L'iconographie montre systématiquement des problèmes sur L4-L5 ou L5-S1, ce qui ne correspond pas à notre évaluation clinique manuelle.

Prenons l'exemple d'une personne qui, vers l'âge de 20 ans, chute fortement sur les talons. Une partie des disques L1-L2 ou L2-L3 subit une pression trop forte, les disques perdent une partie de leur qualité visco-élastique et se fibrosent plus tard. Ensuite, cette même personne, vers l'âge de

30 ans, effectue des travaux trop contraignants créant des tensions sur les disques L3-L4 qui se fibrosent aussi partiellement. Enfin, son métier, qui l'oblige à rester assise en permanence, provoque une tension discale de L4-L5 ou L5-S1.

C'est finalement la somme de ces différentes tensions discales qui crée une protrusion discale basse. Mais le fait le plus intéressant est qu'en relâchant les disques sus-jacents, on obtient une diminution forte de la protrusion discale responsable de la douleur.

Attention particulière à L2-L3 (figure 6.29)

Nous avons vu qu'elles collectaient la plupart des informations nociceptives venant des disques situés plus bas situés. Par ailleurs, le ganglion spinal de L2 est intraforaminal, ce qui augmente les tensions mécaniques s'exerçant sur lui.

Chercher une relation viscérale

Chaque organe peut avoir une influence sur les pathologies discales par :

- des tensions mécaniques viscérofasciales ;
- son influence sur les pressions abdomino-pelviennes ;
- ses dysfonctions et ses implications métaboliques et lympho-vasculaires.

Analyser le système artérioveineux

On s'intéresse particulièrement aux poulx glutéal supérieur et inférieur et tibial postérieur. Ils ne sont pas révélateurs d'un problème discal mais d'une fibrose du muscle piriforme et d'un canal lombaire étroit.

Réflexes myotatiques

Les lombaires hautes jouent un rôle considérable dans les affections discales lombaires.

Chaque fois qu'un patient nous consulte pour une discopathie lombaire, le diagnostic radiographique est toujours le même, protrusion discale L4-L5 ou L5-S1. Même si c'est exact, la cause est loin d'être toujours à ce niveau, et de nombreuses protrusions radiovisibles ne donnent aucun symptôme.

Il est important de prendre les réflexes rotuliens et achilléens pour situer la hauteur de l'atteinte disco-vertébrale. Nous les avons déjà évoqués, mais en voici une interprétation plus détaillée.

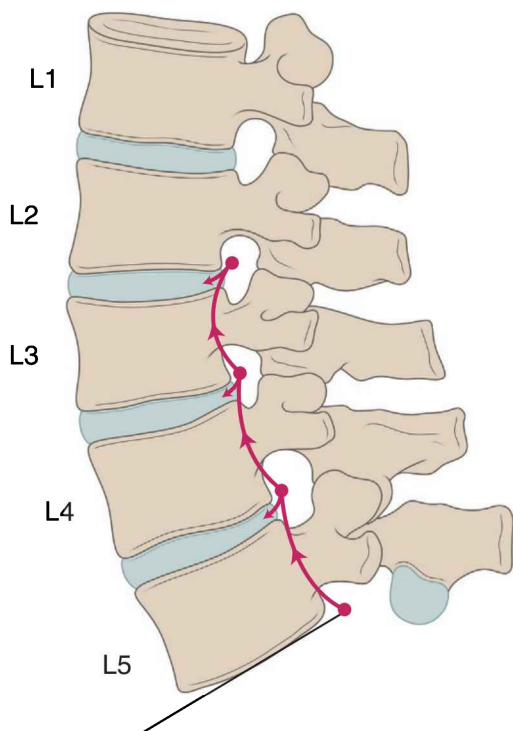


Figure 6.29 Attention particulière à L2-L3.

Source : Éléonore Lamoglia.

Réflexe rotulien

En principe, il concerne le nerf fémoral dont les racines nerveuses sont issues de L2-L3-L4. C'est la plus grosse branche terminale du plexus lombaire.

Nous verrons que dans presque tous les problèmes caudaux lombaires, on trouve une fixation L2-L3 indispensable à traiter par ses effets sur les autres vertèbres lombaires.

Test

Il s'effectue assis, on compare les deux réflexes.

Attention aux fausses hyporéflexies. Quand vous vous approchez avec votre marteau réflexe, inconsciemment, le patient se tend et empêche l'accomplissement du réflexe.

Demandez-lui de fermer les yeux et de tendre le plus possible les membres supérieurs, les mains croisées en pronation. La plupart du temps, les réflexes redeviennent normaux (figure 6.6).

L'hyporéflexie est facilement traitable, l'aréflexie réelle nécessite un bilan radiographique.

Interprétation

Le test positif révèle une tension anormale du système musculo-ligamentaire ou une contrainte discale des vertèbres lombaires hautes. C'est le plus souvent après un traumatisme conséquent, une sténose lombaire ou un problème viscéral.

Réflexe achilléen (figure 6.7)

C'est un test qui concerne la racine nerveuse S1. La percussion du tendon achilléen entraîne une extension du pied par contraction du triceps sural.

En principe, même si le patient est méfiant, il a du mal à contrôler ce réflexe. En cas de doute, faites fermer les yeux au patient, posez une main sur la cuisse controlatérale pour focaliser son attention et effectuez la percussion achilléenne du côté opposé.

Interprétation

Le test positif indique une atteinte motrice probable située au niveau L5/S1 ou L4/L5 :

- atteinte radiculaire L5, le muscle tibial antérieur est peu touché car il dépend aussi de la racine L4. Ce sont les muscles fibulaires et extenseur du gros orteil qui sont affectés. À cela s'ajoute aussi souvent un déficit de tension du *fascialata*, du glutéus moyen et des paravertébraux lombaires caudaux ;
- au niveau de S1, le déficit moteur concerne les muscles gastrocnémiens, soléaire et plantaires médiaux (territoire du nerf tibial postérieur), biceps fémoral (territoire du nerf sciatique) et grand glutéal (territoire du nerf glutéal inférieur).

Percussion douloureuse des processus épineux

Il n'est pas normal que la percussion d'un processus épineux crée une douleur. Attention, on ne parle pas d'une augmentation de la sensibilité mais d'une véritable douleur.

La percussion douloureuse peut-être consécutive à :

- une fracture vertébrale ;
- une compression tumorale radiculaire ;
- une compression médullaire ;
- un processus inflammatoire et infectieux ;
- un problème discal : rappelez-vous qu'il existe une concentration de filets nerveux sensitifs autour des processus épineux.

La douleur s'accroît avec le temps, survient souvent la nuit, est aggravée en décubitus, s'améliore



Figure 6.30 Test de Lassègue en aggravation.
Source : Pierre-François Couderc.

à la marche, s'accroît aux efforts, à l'éternuement et à la défécation (ce qui est aussi le cas de douleurs mécaniques banales).

Test de Lassègue (figure 6.30)

Bien connu de tout le milieu médical, c'est un test théoriquement spécifique des sciatalgies radiculaires.

Il faut faire attention à ne pas élever la jambe d'un coup mais de façon progressive minimale.

Le test est positif quand il apparaît pour un angle situé en dessous de 60°.

On peut aggraver la douleur provoquée par le signe le Lassègue en accomplissant une extension du pied et en demandant au patient de relever la tête, ce qui accroît la pression intracanalair vertébrale en général, et foraminale au niveau du conflit disco-radiculaire.

Test de Lassègue complété (figure 6.31)

Lorsqu'on soupçonne l'existence d'une autre cause à un test de Lassègue positif, on peut le réaliser en ajoutant une compression-inhibition sur la zone incriminée.

Par exemple, vous avez un Lassègue positif à droite qui, selon vous, correspond à une inflammation du caecum. Effectuez une compression-inhibition du caecum pour voir si le signe de Lassègue diminue ou disparaît.

Tests discaux

On les réalise en position assise, en décubitus, en latécubitus et en procubitus.



Figure 6.31 Test de Lassègue en complété.
Source : Pierre-François Couderc.

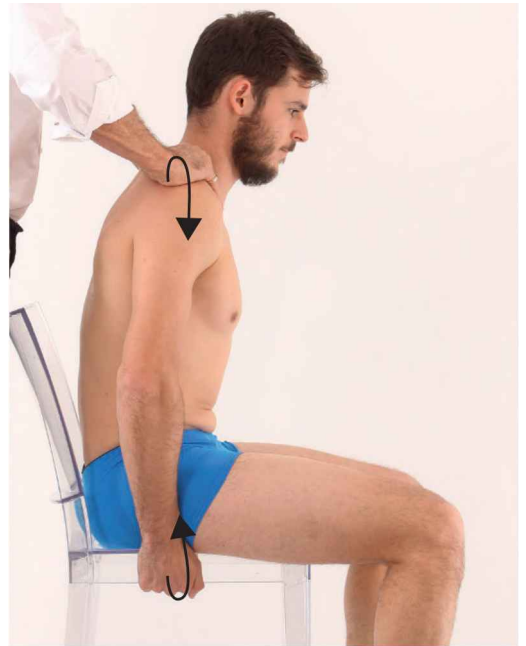


Figure 6.32 Test disco-radiculaire assis.
Source : Pierre-François Couderc.

En position assise : test disco-radiculaire (figure 6.32)

Cette manœuvre a pour but de différencier les atteintes discales de celles des processus articulaires.

Le patient est assis sur une chaise et agrippe de ses deux mains les rebords de la chaise. Vous vous situez derrière lui, les mains et les avant-bras sur ses épaules.

Plus le patient se tient en cyphose, plus les charges du corps se font au niveau discal.

Plus le patient est en lordose, plus les charges du corps se font sur les processus articulaires.

Faites varier la position du patient en cyphose, en lordose, en flexion latérale et en rotation, tout en augmentant simultanément votre appui sur ses épaules. Demandez-lui d'augmenter la compression vertébrale en tirant sur les rebords de la chaise.

Une rigidité et une douleur en extension signent plutôt un problème interapophysaire (type *facet syndrom*).

Une rigidité ou une douleur en flexion reflètent plutôt un problème discal.

Ce test permet une très grande précision dans la mesure où l'on procède par petits changements de position.

Compressibilité et viscoélasticité

Votre appui, ajouté à la traction effectuée par le patient, mettent en surpression les disques et les processus articulaires. Pour apprécier la viscoélasticité, on laisse revenir progressivement la colonne à sa position de départ.

Pour apprécier la compressibilité interapophysaire, on ressent directement une raideur à l'appui.

En décubitus (figure 6.33)

Le patient repose sur le dos, une jambe allongée, l'autre fléchie, coudes sur la table, mains sur le thorax. Vous vous situez alternativement d'un coté et de l'autre. Même si les symptômes sont presque toujours unilatéraux, il est indispensable de tester les disques en changeant de côté, au risque de négliger une fixation.

Glissez un ou deux doigts, la main bien à plat, en direction des processus épineux. Contactez-les pour les pousser antérieurement.

De l'autre main, mobilisez le membre inférieur fléchi en abduction-adduction et associez-y des petites rotations. Ceci vous permet de changer votre axe de poussée pour être sûr d'explorer la totalité du disque.



Figure 6.33 Test disco-radicaire en décubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

Quand vous changez de côté, pliez le membre inférieur qui est contre vous et allongez l'autre.

On apprécie la résistance à la poussée et à la douleur. Un disque en bon état ne provoque aucune réaction.

Analyse du test

Une sensation de dureté immédiate, ne permettant aucun mouvement, provient d'une fixation ostéoarticulaire d'une ou de deux facettes articulaires :

- une seule facette fixée est le signe d'une compensation viscérale ou ostéoarticulaire à distance ;
- deux facettes articulaires fixées (bifixes, terminologie chère au regretté Docteur Gillet, chiropracteur belge), indiquent un problème ostéoarticulaire mécanique ;
- une résistance progressive est plutôt le signe d'un problème ligamentaire ou disco-ligamentaire.

Est-ce un test spécifique ?

Non, car des processus épineux aux bords postérieurs des disques, il y a environ trois travers de doigts avant d'accéder aux disques. On parcourt les ligaments sur et interépineux, les facettes articulaires, les ligaments jaune et longitudinal dorsal.

Avec l'habitude, on arrive à apprécier les différences de résistance.

Douleur suraiguë

En cas de pression sur le processus épineux déclenchant une douleur exquise, soyez sûr que le bilan iconographique est récent, recherchez la présence de ganglions proches des troncs vasculaires, aux niveaux inguinal et rétroclaviculaire gauche.

Par exemple un cancer de la prostate métastaté peut donner cette douleur suraiguë.

Sentir en 3D

Un disque fait plusieurs cm², nous sommes à la recherche de points d'induration précis. Quand vous faites le test, pensez en 3D. Le processus épineux est une tige qui débouche sur un anneau et, entre le contact de la tige et de la partie antérieure de l'anneau, il y a 8 cm !

Stimulez les mécanorécepteurs en poussant plusieurs fois directement les processus épineux, relâchez la pression et suivez l'écoute. Elle vous dirigera vers la partie discale indurée ou vers le conflit foraminal.

À noter

Quand on comprime les processus épineux des lombaires hautes, cela provoque souvent des contractions intestinales avec un bruit de tuyauterie caractéristique. C'est vraisemblablement dû à la stimulation des fibres sympathiques connectées au ganglion spinal.

En latérocubitus

En latérocubitus simple (figure 6.34)

Le patient repose sur le côté opposé à tester, on teste aussi systématiquement les deux côtés.

Posez un pouce bien à plat contre les processus épineux lombaires, la main également bien à plat pour ne pas créer de tension sur les muscles érecteurs du rachis.

Amenez progressivement l'épaule et le bassin du patient vers votre pouce. Quand vous sentez que vous êtes en bout de course, exercez quelques poussées plus profondes sur les processus épineux à la recherche de tensions disco-ligamentaires précises.

En latérocubitus et en rotation bispinale (figure 6.35)

Selon les mêmes modalités, en fin de mouvement, placez l'un de vos pouces sur le processus épineux de la vertèbre caudale et l'autre sur celui de la vertèbre crâniale. Faites les jouer en rotation opposée.

Ce test permet d'évaluer plus finement les fibres circulaires de l'*annulus fibrosus* et aussi, semble-t-il, de la jonction chondrodiscale.

Tests intertransversaires

En théorie, ils permettraient de mieux sentir un conflit disco-foraminal, mais leur

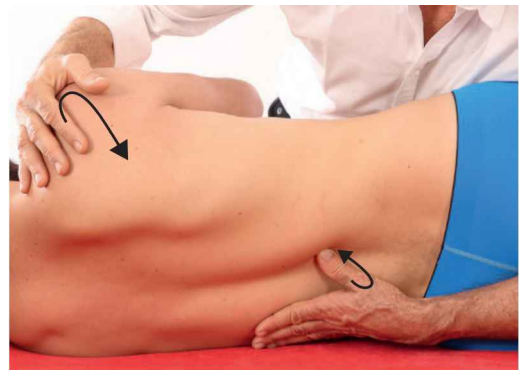


Figure 6.34 Test disco-radicaire en latérocubitus simple.
Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.35 Test en latérocubitus et en rotation bispinale.
Source : Pierre-François Couderc.

interprétation est difficile, en raison de la présence des muscles paravertébraux. Ces muscles, en cas de lombalgie, sont spasmodiques et vont, lors d'une discopathie, rendre encore plus difficile l'interprétation du test. Quand on effectue ce test en séparation des processus transverses, les premières résistances proviennent des muscles intertransversaires.

En procubitus (figure 6.36 et 6.37)

Le patient repose à plat ventre, le front sur les deux mains. Vous vous situez en arrière.

Posez les paumes l'une sur l'autre au contact des processus épineux que vous repoussez en avant.



Figure 6.36 Test discal en procubitus, 1^{re} modalité.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.37 Test discal en procubitus, 2^e modalité.

Source : Pierre-François Couderc.

Effectuez une poussée progressive pour dépasser le processus épineux et les facettes articulaires.

Vous pouvez réaliser ce test avec une jambe fléchie et effectuer une légère flexion latérale-rotation des processus épineux pour mieux évaluer les parties latérales du disque.

Remarque

Très curieusement, même dans les cas très algiques, la compression des épineuses ne donne pas de douleurs ni locales ni irradiantes.

Un test positif vous procure une sensation de résistance et de mouvement qui se fait en dehors de l'axe de la poussée.

Comme dans les positions en décubitus et en latéro-rocubitus, cherchez à être en 3D et à apprécier la distance à laquelle vous sentez le blocage et la résistance :

- fixation immédiate, problème ostéo-articulaire ;
- fixation un peu différée, problème des ligaments jaune ou longitudinal postérieur ;
- fixation encore plus différée, problème discal.

Différents axes de compression

Selon le processus épineux, on varie la pression par rapport au plan de la table :

- L1-L2, 15° en ventro-crânial ;
- L3, en ventral pur ;
- L4, 15° en ventro-caudal ;
- L5, 35° en ventro-caudal.

Traitement

Finalité des manipulations discales

Avant de commencer toute technique à visée discale, il nous faut être clairs dans nos objectifs. Voici ce que l'expérience nous a montré :

- ne pas penser à « rentrer » une hernie : notre but n'est pas de nous dire, par exemple, il existe une hernie foraminale droite L4-L5, nous allons lui faire réintégrer son emplacement ou la faire fondre ;
- jouer sur les pressions intradiscales : un disque présente des parties plus ou moins indurées, c'est

à nous de les détecter et les assouplir. On doit systématiquement analyser la viscoélasticité de tous les disques situés crânialement ou caudalement à celui qui est supposé créer les symptômes ;

- ne pas se limiter aux disques : la hernie discale est la résultante de nombreux paramètres, à nous de déterminer les zones les plus fixées de l'organisme, sans nous préoccuper de savoir s'il existe un lien direct logique avec la zone herniée. On peut prendre différents exemples comme une malocclusion dentaire, un déséquilibre proprioceptif des pieds, une fixation rénale, une tension caecale anormale, etc. ;
- s'intéresser à tous les disques : on manipule tous les disques situés de part et d'autre de la zone herniée. Relâcher une zone indurée sur le disque L1-L2 peut avoir un effet sur celui de L5-S1, par exemple ;
- prêter attention à L2-L3 : on explore avec minutie la région L2-L3 qui, comme nous l'avons évoqué, reçoit toutes les informations nociceptives des étages plus caudaux. De plus, comme le ganglion spinal de L2 a une position intraforaminale, il est plus concerné par les changements de pression dans et autour du foramen.

Manipulations discales

Une fois la zone indurée discale bien précisée ou plus simplement lors d'une diminution de viscoélasticité, voici la procédure à employer :

- stimulez très directement les zones indurées ou peu viscoélastiques pour mettre en éveil les mécanorécepteurs ;
- manipulez en induction jusqu'au relâchement de cette zone ;
- retestez en écoute, après un traitement efficace il n'existe plus d'écoute tissulaire attirant vos doigts ;
- respectez les différentes orientations des vertèbres par rapport au plan de la table, comme nous l'avons vu pour les tests.

Attention, dès que vous sentez un relâchement, arrêtez votre manœuvre. Le mieux a toujours été l'ennemi du bien. On se donne environ huit à 10 manœuvres pour obtenir un résultat. Dépasser cette limite prouve que la technique est mal ajustée ou que le diagnostic n'est pas juste.

En décubitus

En décubitus simple (figure 6.38)

Placez un ou deux doigts contre le processus épineux le plus résistant et poussez-le en direction ventrale. Maintenez en permanence la pression obtenue.

De l'autre main, mobilisez la hanche fléchie par le genou, en abduction-adduction pour ressentir le maximum de résistance. Ce mouvement combiné entre le pouce spinal et la hanche permet d'augmenter la pression exercée sur le disque.

Changez de côté pour obtenir un effet discogénique plus global. On est souvent très

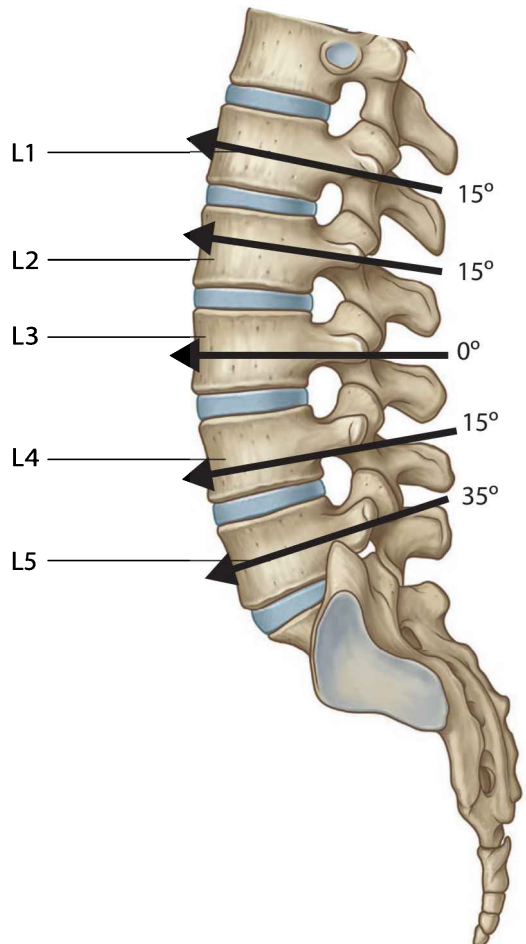


Figure 6.38 Différents axes de compression.

Source : Extrait de Gray's Atlas d'anatomie humaine/1^{ère} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, p. 44. Copyright 2017 avec l'autorisation d'Elsevier.

étonné des tensions que l'on trouve en changeant de côté, alors que l'on pensait avoir tout relâché.

Finissez le mouvement en demandant au patient de faire glisser distalement son pied contre le membre inférieur opposé, ce qui met la colonne lombaire en extension et augmente la poussée discale ventrale.

Il est important de continuer la poussée sur le processus épineux jusqu'à la fin du mouvement de hanche, qui se fait en extension-rotation médiale.

Souvent, en fin de mouvement, on entend un craquement sourd dû au glissement de la tête fémorale dans l'acétabulum. Très curieusement le patient n'arrive pas à localiser le bruit et pense que vous lui avez remis «quelque chose en place».

Quand vous sentez que le processus épineux n'offre presque plus de résistance, changez de côté.

Testez systématiquement les autres processus épineux lombaires, la plupart du temps on ressent d'autres fixations occultées par la zone la plus fixée.

On peut réaliser cette technique en demandant au patient de mettre une jambe sur l'autre, ce qui intensifie la résistance discale du côté homolatéral.

En décubitus, jambe pendante (figure 6.39)

Le patient est proche du bord de la table. Du même côté, placez deux doigts contre le processus épineux à manipuler, reposant sur la paume de l'autre main.

Effectuez une poussée-induction controspinale et demandez au patient de laisser pendre progressivement son pied puis son genou en dehors de la table, le bassin reposant toujours dessus.

Cette position met le psoas et le droit antérieur en tension, provoquant une lordose lombaire qui permet une poussée-induction ventrale plus facile et plus profonde.

En latérocubitus

En latérocubitus simple (1^{re} modalité ; figure 6.40)

Le patient repose du côté opposé à traiter. Il faut exécuter cette technique bilatéralement, vous vous situez devant lui.

Placez un pouce contre le processus épineux qui offre plus de résistance, la main bien à plat contre la colonne vertébrale, selon le même procédé que pour le test.

Il faut sans arrêt jouer avec l'épaule et le bassin pour que le processus épineux aille le plus ventralement possible et sans douleur.

De votre thorax, comprimez l'abdomen ou l'aile iliaque pour obtenir une pression plus efficace de votre pouce.

En fin de course, faites une poussée-induction très progressive, le dos du patient repose presque entièrement sur la table.

En latérocubitus simple (2^e modalité)

Le patient repose sur le côté opposé à traiter, vous vous situez devant lui. Glissez votre avant-bras entre la crête iliaque et la dernière côte, de telle sorte que vos doigts puissent atteindre les processus épineux incriminés du côté opposé.

Placez deux doigts de l'autre main sur les doigts plaqués contre les processus épineux à manipuler, de manière à augmenter les forces de pression.

De votre thorax, poussez tour à tour les côtes et la crête iliaque dorsalement pour faciliter les pressions digitales grâce à la lordose lombaire.



Figure 6.39 Manipulation discale en décubitus jambe pendante.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.40 Manipulation discale en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

C'est une manœuvre très efficace qui ne doit en aucun cas causer un inconfort au patient ou au thérapeute.

On peut aussi demander au patient d'amener progressivement son épaule vers la table, comme s'il voulait se reposer sur le dos.

En latérocubitus combiné avec les membres inférieurs (figure 6.41)

Quand vous sentez la tension bien focalisée sur le processus épineux en regard du disque concerné, demandez au patient de faire glisser son pied en arrière de l'autre, jusqu'à ce que la jambe soit en extension complète.

Au préalable, faites vous même glisser le pied du patient sur la table pour lui montrer la vitesse à laquelle il doit le faire et que son pied doit toujours rester en contact avec la table.

Ce mouvement de la jambe provoque à la fin une lordose propice à l'induction exercée sur le processus épineux.

En latérocubitus, en contact bispinal, en rotation (figure 6.42)

Les fibres de l'*annulus fibrosus* sont circulaires, pour cette raison on se sert des processus épineux pour agir plus spécifiquement sur ces fibres et leurs attaches cartilagineuses.

Dans la même position, placez deux doigts contre le processus épineux crânial et un pouce contre le processus épineux caudal.

Le pouce et les doigts vont agir en rotation inverse, simultanément au mouvement de lordose lombaire. On obtient la lordose par notre appui sur la crête iliaque du patient.

Dans cet étirement, les facettes articulaires sont vite bloquées, ce qui permet de bien ressentir l'élasticité disco-ligamentaire à l'aller et la visco-élasticité au retour.

Manœuvre en séparation bispinale (figure 6.43)

Le patient en latérocubitus est en position neutre, c'est à dire légèrement lordosée.

Effectuez la même manœuvre que celle de la rotation bispinale, mais cette fois-ci en maintenant séparées les épineuses.

Cette technique doit se faire aussi bilatéralement.



Figure 6.41 Manipulation discale en latérocubitus combinée avec membre inférieur.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.42 Manœuvre en latérocubitus, en contact bispinal, en rotation.

Source : Pierre-François Couderc.

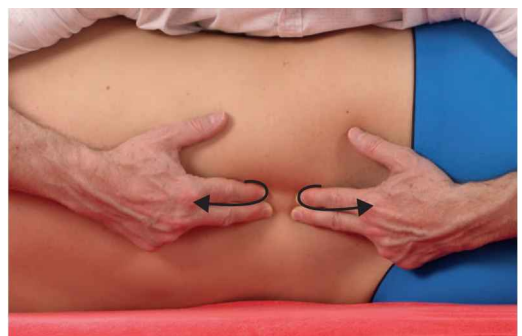


Figure 6.43 Manœuvre en séparation bispinale.

Source : Pierre-François Couderc.

Manœuvre en séparation bitransversaire

Elle est utile pour ouvrir les foramen intertransversaires, notamment dans les conflits disco-radiculaires foraminaux créant des sciatalgies ou

des cruralgies. En revanche, l'appui est difficile à maintenir.

Insistez sur L2 pour décompresser le ganglion spinal situé en position intraforaminale.

Posez l'index et le médus d'une main sur les processus transverses de la vertèbre crâniale et l'index et le médus de l'autre main sur les processus transverses de la vertèbre caudale.

Bien plaqués, les doigts exercent une séparation. Effectuez quelques légers mouvements de rotation des deux côtés du tronc et du bassin pour augmenter les forces de séparation.

C'est une manœuvre qu'on exerce à la fin, pour bénéficier des techniques précédentes.

En procubitus

Le traitement en procubitus ne doit jamais provoquer de douleur. Si c'est le cas, arrêtez la manœuvre, elle est peut-être ou trop forte ou mal orientée et augmente le conflit disco-radulaire.

En procubitus simple

Selon le même protocole que pour le test, posez une paume sur l'autre au contact du processus épineux offrant le plus de résistance.

Stimulez les mécanorécepteurs par quelques poussées directes douces et progressives. Suivre la direction de l'écoute pour réaliser une induction.

Il est très rare que le mouvement suive une direction linéaire franche, c'est le plus souvent selon une ligne courbe.

Pensez en 3D pendant la manœuvre pour mieux focaliser la zone de tension.

En fin de traitement, le processus épineux donne une impression de flottement.

En procubitus combiné (2^e modalité ; figure 6.44)

Fléchissez le genou du patient du côté où vous vous trouvez. Mettez son pied contre votre épaule et placez une paume sur l'autre contre le processus épineux.

Au fur et à mesure de la poussée ventrale appliquée sur le processus épineux, augmentez la flexion du genou pour obtenir une tension du droit antérieur. Ceci augmente l'antériorisation de la vertèbre et son effet sur le disque.

Bien sûr, au préalable, vérifiez si le genou ne souffre pas d'arthrose ou de synovite. Si c'est le



Figure 6.44 Manipulation discale en procubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

cas, placez un coussin sous le genou du patient pour obtenir une tension plus facile du droit antérieur.

En procubitus combiné (2^e modalité)

Fléchissez les deux genoux du patient, sans créer de douleur, en mettant ses deux pieds contre votre épaule. De votre thorax, imprimez des petits mouvements de latéroflexion-rotation pour changer l'axe du mouvement.

Comme dans les manœuvres précédentes, quand on a relâché la tension sur le processus épineux, on refait les tests sur les autres. Changez aussi de côté pour ne pas laisser échapper une fixation.

Étirement radulaire

Dans les conflits discaux, il existe une congestion veineuse associée à une irritation des racines nerveuses et, pour les lombaires hautes, du ganglion spinal.

Nous employons une technique d'étirement des racines nerveuses de L4/L5 et L5/S1 par l'intermédiaire du nerf sciatique. Une traction sur le nerf met en tension le collet radulaire foraminal. Simultanément, pendant l'étirement radulaire, on joue sur les processus épineux pour jouer aussi sur la viscoélasticité discale.

On étire le nerf sciatique pour obtenir un effet sur l'opercule de Forestier et Hoffman.

Opercule de Forestier et Hofmann (figure 6.45)

L'orifice foraminal est formé par un « opercule fibreux, tendu sur le pourtour à la manière d'une peau de tambour sur son cadre » : c'est ainsi que Forestier a décrit ce ligament.

Cet opercule est traversé par :

- le funicule (cordon de la moelle épinière);
- l'artère spinale;
- les plexus veineux et lymphatiques.

L'enveloppe dure-mérienne du funicule se termine sur l'opercule de Forestier.

En étirant le nerf sciatique, on obtient un effet au niveau de l'opercule de Forestier. Il est utile de prendre au préalable le pouls de l'artère glutéale inférieure.

Conflit sciatiquo-piriformique

Ce conflit est fréquent et, pour le mettre en évidence, en plus de la mobilisation du nerf sciatique en dessous du muscle piriforme, on évalue le pouls glutéal inférieur.

Pouls glutéal inférieur

Ce pouls permet d'évaluer le conflit entre le muscle piriforme et le nerf sciatique, en rappelant que le piriforme est le toit du nerf sciatique.

Comparez bilatéralement les pouls glutéaux inférieurs, c'est normalement du côté où il est le plus faible que se situe le problème.

Les artères glutéales supérieure et inférieure sont issues de l'artère iliaque interne, qui fournit également l'artère pudendale.

En décubitus (figure 6.46)

Le patient repose sur le dos, les mains croisées sur la poitrine, les coudes sur la table, le membre inférieur où l'on étire le nerf sciatique en flexion-abduction.



Figure 6.46 Technique en décubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

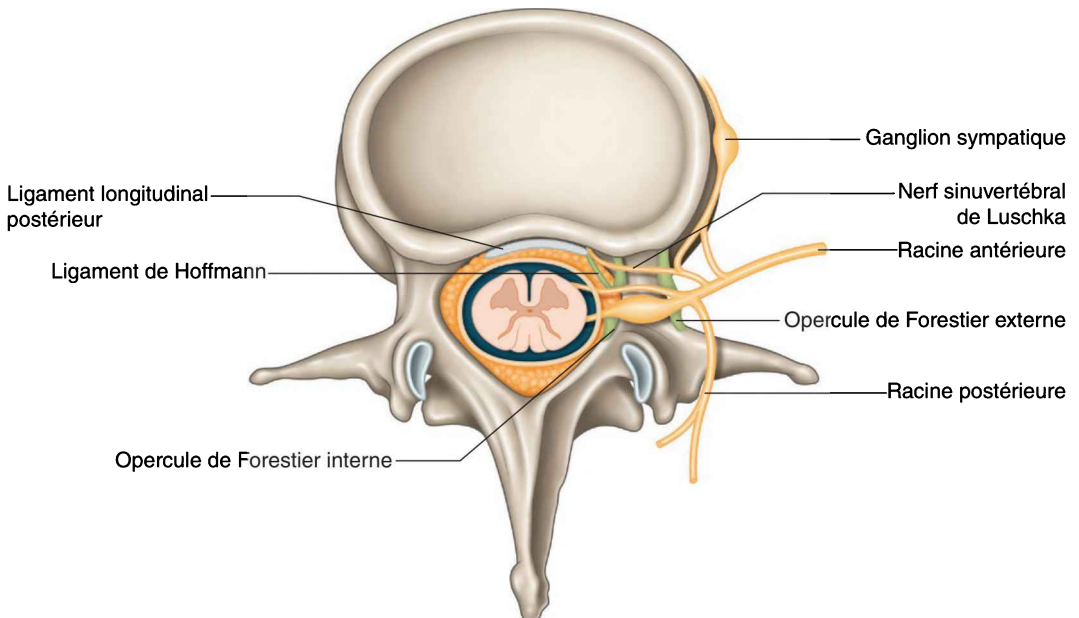


Figure 6.45 Opercule de Forestier et Hofmann.

Source : Eléonore Lamoglia.

Vous vous situez latéralement, par exemple pour le côté droit, compressez d'un ou deux doigts le processus épineux offrant le plus de résistance.

Mettez un ou deux doigts de l'autre main dans la gouttière ischio-trochantérienne et effectuez un étirement discal du nerf sciatique sans le comprimer. On peut aussi libérer les tensions médiolatérales du nerf sciatique en le faisant jouer médiolatéralement.

Évaluation disco-foraminale de L4 et L5

Même s'il faut toujours garder en mémoire la notion de lésion globale, le patient est le plus souvent confronté à une douleur concentrée autour de L4 et L5.

C'est par l'intermédiaire des nerfs sciatiques qu'on évalue les tensions disco-foraminales. Cependant, le diagnostic peut-être faussé par une fibrose du muscle piriforme, capable de fixer et de comprimer le nerf sciatique, d'autant plus lorsque le nerf sciatique traverse les fibres du piriforme.

Test (figure 6.47)

Le patient est en décubitus, jambes fléchies, vous vous tenez face à lui en bout de table, en appui contre les genoux.

Posez les index, renforcés par les médiums bien à plat, dans les gouttières ischio-trochantériennes, contre les nerfs sciatiques. On sent très bien les deux cordes du sciatique,

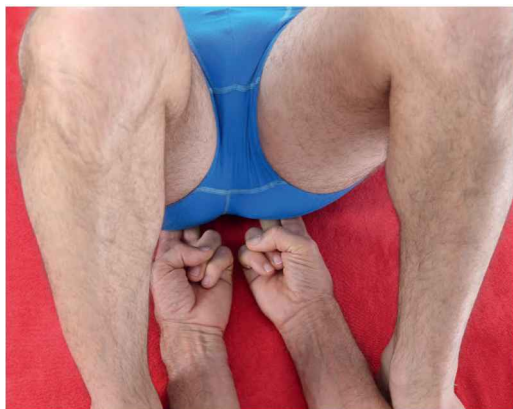


Figure 6.47 Évaluation disco-foraminale de L4 et L5 en décubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

qu'on va étirer distalement mais sans jamais les comprimer.

C'est du côté où l'on sent une résistance à l'étirement que se trouve le problème. On peut aussi évaluer la mobilité médiolatérale du nerf sciatique qui disparaît souvent dans les sciatalgies.

Remarque

Même si le patient ressent toujours une douleur unilatérale, n'hésitez pas à évaluer les deux côtés. Il arrive parfois de trouver une tension forte du sciatique du côté opposé à la douleur. C'est le même phénomène de tension réciproque que l'on trouve avec les plexus brachiaux. La fixation de l'un perturbe la neurodynamique de l'autre par compensation, l'organisme transfère la quasi-totalité des mouvements du côté opposé. Avec ce test, on peut mettre en évidence une fixation des ligaments de Forestier dans le foramen intervertébral. La présence d'une hernie discale foraminale provoque une douleur beaucoup plus aiguë à l'étirement.

Repérage de la gouttière ischio-trochantérienne (figure 6.48)

Elle est plus facile à repérer en latérocubitus. Placez un doigt contre la partie médiale du trochanter, que vous dirigez d'abord en direction médiale puis proximale.

Le doigt vient buter sur le bord distal du piriforme.



Figure 6.48 Repérage de la gouttière ischio-trochantérienne.

Source : Pierre-François Couderc.

Repérage du nerf sciatique (figure 6.49)

Glissez le doigt de médial à latéral et inversement jusqu'à sentir le relief en forme de tubulure de 1 cm environ à la palpation. Vous êtes sur le nerf sciatique que vous allez étirer distalement.

Manipulation neurodiscale en latérocubitus (figure 6.50)

Placez deux doigts et vos deux pouces de part et d'autre du nerf sciatique, le genou du patient reposant sur votre ventre.

Faites jouer la flexion de la hanche pour étirer le nerf sciatique dans la gouttière ischiofémorale tout en le mobilisant médiolateralement et inversement.

Prenez garde à ne pas comprimer le nerf sciatique, vos doigts n'effectuent qu'un glissement médiolateral du nerf.

Traitement

Étirez d'abord progressivement sans les comprimer les nerfs sciatiques pour stimuler leurs mécanorécepteurs. Appliquez ensuite une technique de traction-induction. Celle-ci peut donner l'illusion d'un mouvement conséquent, alors qu'il est en réalité assez faible.

La traction-induction se déroule rarement selon un axe longitudinal pur. Elle se fait souvent en direction axiale, accompagnée de légères latéroflexions-rotations, surtout au départ du mouvement.

Libérez ensuite la mobilité médiolaterale du nerf sciatique, en l'abordant uniquement par ses parties médiale et latérale, sans le comprimer.

Parfois, le problème vient du piriforme, qu'il faut de toutes manières relâcher. Il est presque toujours en tension anormale lors d'une sciatalgie, il plaque littéralement antérieurement le nerf contre le bassin. Nous verrons plus loin son traitement.

Dans un premier temps, c'est la simple compression qui est douloureuse alors que dans un second temps, c'est la souffrance neurovasculaire intraneurale qui provoque une très forte douleur.

C'est cette dernière souffrance qui fait qu'après une intervention chirurgicale dorsale, la douleur ne cède pas toujours. Il faut que les nervi et vasa nervorum retrouvent leur activité normale, ce qui est parfois très long.



Figure 6.49 Repérage du sciatique en latérocubitus.
Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.50 Manipulation du nerf sciatique en latérocubitus.
Source : Pierre-François Couderc.

Technique spino-neurale

Elle consiste à mettre en relation la vertèbre la plus fixée sur le plan disco-ligamentaire avec le nerf sciatique.

Même si la topographie douloureuse indique un problème focalisé sur L4/L5 ou L5/S1, si la vertèbre fixée est L3, choisissez cette dernière.

En décubitus

Le patient est sur le dos, les mains croisées sur la poitrine, le genou fléchi du côté de la névralgie sciatique.

Placez deux doigts superposés contre le processus épineux de la vertèbre fixée et un doigt de l'autre main contre le nerf sciatique.

Posez le doigt contre le nerf sciatique dans la gouttière ischiofémorale, en dessous du muscle piriforme.

Effectuez une traction distale du nerf sciatique sans le comprimer, tout en maintenant la compression spinale vertébrale.

Le patient allonge progressivement sa jambe en extension, ce qui crée une tension longitudinale naturelle du nerf.

Tractez le nerf jusqu'à l'extension totale de la jambe.

Au bout de cinq à six manœuvres, vous sentez la tension spinale se relâcher et le nerf sciatique glisser beaucoup plus librement.

En latérocubitus (figure 6.51)

Le principe est le même. Il est plus facile de croiser ses mains pour obtenir un bon appui spinal et neural. En fin de mouvement, on peut demander au patient d'étirer le plus possible distalement sa jambe, le pied reposant toujours sur la table, pour éviter toute tension musculaire.

Contrairement aux autres techniques précédemment décrites, ce n'est pas pour obtenir une lordose lombaire mais un allongement du nerf sciatique.

Faites surtout attention à ne pas comprimer le nerf au risque d'irriter les nervi nervorum et de créer une stase veineuse dans les vasa nervorum.



Figure 6.51 Manipulation spino-sciatique en latérocubitus.
Source : Pierre-François Couderc.

Sacrum et coccyx

Le sacrum et le coccyx sont presque toujours fixés lors des discopathies, ils peuvent en être la cause plus ou moins directe ou la conséquence.

Leur traitement permet de diminuer la douleur et d'avoir un effet sur les tensions discales. Ils font l'objet de nombreuses manipulations. Nous avons choisi celles qui permettent aux disques de recouvrer une bonne viscoélasticité.

Ligament sacro-dural (figure 6.52)

Les parties terminales de la moelle et de la dure-mère nous semblent jouer un rôle déterminant dans les douleurs lombosacrées d'origine discale ou autre.

Nous allons revoir succinctement cette région pour mieux comprendre les techniques sur les fixations anormales duro-médullaires.

La dure-mère est fixée sur le sacrum par des ligaments sacro-duraux, plus marqués à leur partie ventrale.

Ils sont assez denses et ont une direction oblique latérale et caudale. Ils s'attachent au ligament vertébral postérieur.

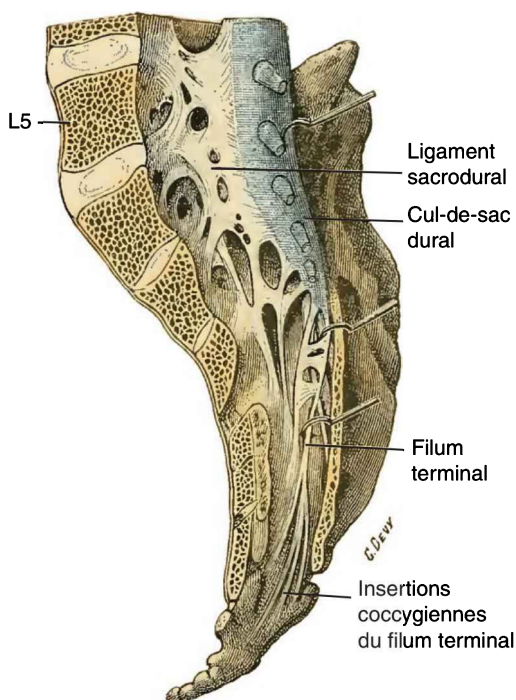


Figure 6.52 Ligament sacro-dural.
Source : Traité d'anatomie humaine. Testut L.

À partir des lombaires caudales, des prolongements ligamenteux se condensent et forment une cloison médiane, allant jusqu'aux vertèbres sacrées. Ils maintiennent le cul de sac dural et le *filum* terminal : c'est le ligament sacro-dural de Trolard.

Mobilité de ces formations

L'anatomie est étudiée à partir de dissections, ce sont forcément des préparations des tissus statiques et rétractés qui sont loin de la réalité d'un corps en mouvement.

On sait, par exemple, que le cône terminal varie de L1 à L2 en fonction de la flexion du rachis. Ceci implique que toutes les formations qui le contiennent doivent aussi être mobiles et élastiques.

Quelques expansions de la pie-mère et de la dure-mère s'insèrent sur le coccyx. Le coccyx est un vestige du squelette de la queue. Jusqu'à la huitième semaine de son développement, l'embryon humain possède une queue (Moore & Persaud, 1998).

Cette région, de très haute sensibilité après certains traumatismes, est le théâtre de fibroses méningées. Elle peut créer une traction anormale de la pie-mère et de la dure-mère et peut être à l'origine d'une pression intracanalairé vertébro-sacrée élevée, se répercutant jusqu'aux ganglions spinaux.

Revoyons très succinctement la partie caudale de la dure-mère et de la moelle.

Cône terminal (figure 6.53)

La colonne vertébrale et la dure-mère s'allongent plus vite que la moelle épinière pendant le développement embryonnaire.

Les nerfs rachidiens lombosacrés, qui étaient horizontaux, prennent une direction oblique.

Le cône terminal, ou extrémité de la moelle, se situe à la naissance au niveau de L3, pour remonter à l'âge adulte au niveau de L1-L2.

Filum terminal

En dessous du cône terminal, la moelle épinière se poursuit par la pie-mère pour former un long filament, le *filum* terminal.

La dure-mère fournit une gaine continue au *filum* terminal, jusqu'à la face postérieure du coccyx où elle se fixe par des ligaments.

Le *filum* terminal est un fin ruban de tissu fibreux de 20 cm de long.

La partie crâniale ou *filum* terminal interne, long de 15 cm, se fixe au niveau de S2. C'est une continuité de la pie-mère, entourée de la dure-mère, d'où partent les nerfs de la queue de cheval.

La partie caudale ou *filum* terminal externe est adhérente à la dure-mère et s'attache au coccyx.

Paramètre tension-pression

Dans une cavité anatomique renfermant des tissus, il existe une pression physiologique optimale. Elle permet une circulation fluide harmonieuse

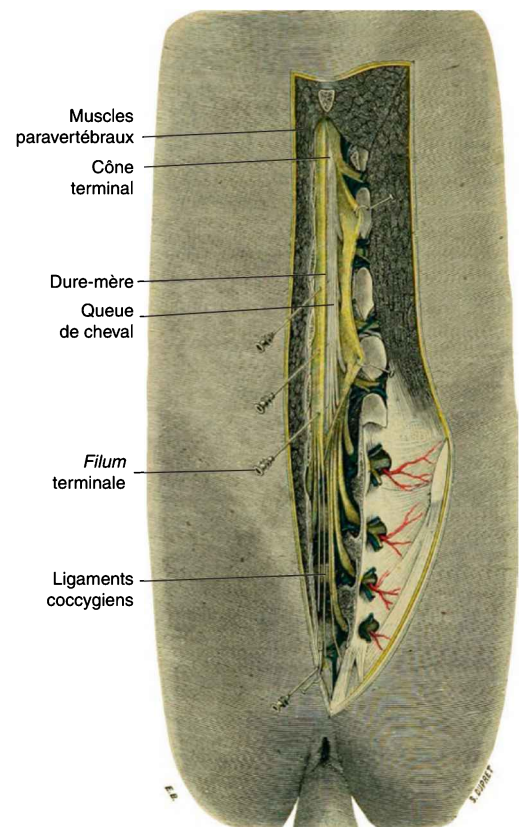


Figure 6.53 Filum terminal.

Source : Traité d'anatomie topographique avec applications médico-chirurgicales. Testut L.



Figure 6.54 Test du sacrum debout.

Source : Pierre-François Couderc.

(artères, veines, lymphatiques) et une pression extra et intraneurale équilibrée.

À partir du moment où il existe des zones d'adhérence ou de fibrose, la pression augmente et perturbe le système vasculonerveux.

Au niveau ostéopathique, nous avons pour but d'harmoniser ces pressions en libérant tout tissu apportant une contrainte anormale.

Nous allons décrire des techniques intéressantes du sacrum et le coccyx.

Sacrum

Tests

Test debout (figure 6.54)

Vous vous situez derrière le patient, une main sur ses épaules et le pouce de l'autre main sur le sacrum.

Le pouce se place sur les crêtes sacrées latérales.

Quand vous amenez l'épaule en arrière, le pouce crée une poussée sur le sacrum qui doit normalement s'antérioriser en donnant une impression d'élasticité.



Figure 6.55 Manipulation du sacrum en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

En latérocubitus

Dans cette position où le sacrum est plus libre, on affine le test réalisé en position debout. On le réalise de la même manière, en poussant le sacrum en avant.

On l'effectue bilatéralement.

Manipulation

En latérocubitus (figure 6.55)

Nous allons utiliser le même protocole que pour les discopathies : le patient est couché latéralement sur le côté opposé à traiter. D'une main, amenez l'épaule en direction de la fixation sacrée, placez votre pouce sur cette dernière pour antérioriser le sacrum. De votre bassin, poussez l'aile iliaque pour que les ligaments sacro-iliaques soient moins tendus. Réalisez une poussée-induction assez forte, en principe cette mobilisation est indolore.

En agissant ainsi, on a un effet sur les ligaments sacro-iliaques postérieurs et antérieurs. Comme pour les manipulations discales, en comprimant les processus épineux en fin de mouvement, on obtient un effet intracanalair.

La technique est terminée quand on l'a réalisée bilatéralement et que le sacrum semble flotter entre les iliaques.

Coccyx (figure 6.56)

Le coccyx est très souvent fixé à la suite d'une chute sur les fesses, d'une fibrose dure-mérienne, de kystes coccygiens, de tensions périnéales anormales ou d'un accouchement laborieux.

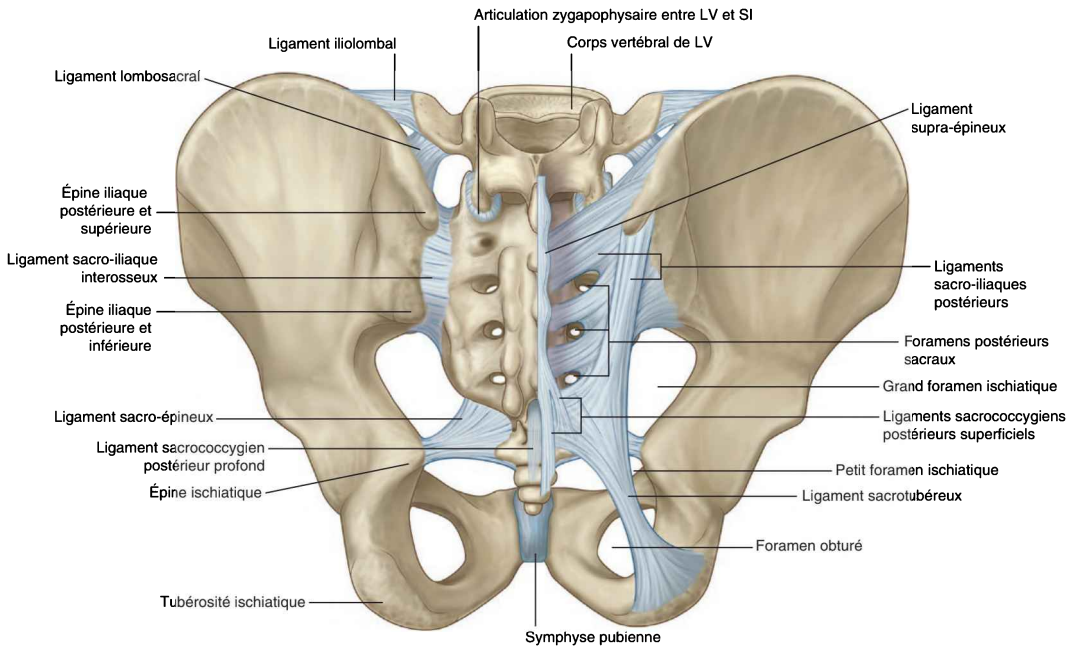


Figure 6.56 Coccyx.

Source : Extrait de Gray's Atlas d'anatomie humaine/1^{ère} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, p. 218. Copyright 2017 avec l'autorisation d'Elsevier.

Le coccyx a dans le monde animal un rôle considérable, c'est l'ultime barrière qui défend la région anale.

Il peut provoquer des tensions dure-mériennes à l'orient de céphalées et aussi de tensions discales.

Parmi tous les tests, nous préférons les tests en position assise et en latérocubitus.

Test en position assise (figures 6.57)

Ce test nous a été enseigné par le Docteur Gillet, chiropracteur belge.

Vous êtes situé derrière le patient. Placez l'index et le médus d'une main sous la partie caudale du coccyx. Attention, la pointe coccygienne est très antérieure, de nombreux thérapeutes ont un appui sacré alors qu'ils pensent être sur le coccyx.

De l'autre main, faites jouer la colonne et le bassin du patient en latéroflexion, en focalisant bien votre mouvement sur la partie caudale sacro-coccygienne.

Normalement, le coccyx doit passer de part et d'autre de vos doigts lors de la latéroflexion. Par



Figure 6.57 Test du coccyx assis.

Source : Pierre-François Couderc.

exemple, en latéroflexion gauche, le coccyx se déplace à droite. Vous sentez un espace se créer entre l'ischion et la pointe coccygienne.

En cas de fixation, le coccyx reste solidaire de vos doigts et vous ne sentez pas cet espace ischio-coccygien.

À quoi correspondent ces fixations ?

Ce test ne concerne pas uniquement l'articulation sacro-coccygienne, puisque le coccyx et le sacrum se déplacent en bloc. Il met en exergue une tension anormale des ligaments sacro-coccygiens latéraux, sacro-spinal et sacro-tubéral et des muscles du petit bassin (coccygien, élévateur de l'anus, ilio-coccygien).

Manipulation ligamentaire

Elle se réalise en latérocubitus (figure 6.58).

Le patient est couché du côté opposé à traiter, en sachant que le traitement se fait toujours bilatéralement. Vous vous situez devant le patient, votre ventre ou votre bassin contre son aile iliaque.

Placez les pouces l'un sur l'autre contre le bord latéral du coccyx. Repoussez-le médialement pour localiser le manque d'élasticité.

De vos pouces, effectuez une poussée médiale sur la partie fixée. Augmentez cette mobilisation en amenant aussi l'aile iliaque médialement.

Profitez-en pour relâcher les ligaments sacro-coccygiens latéraux en plaçant vos pouces un peu plus crânialement.

Il est difficile d'imaginer que, grâce à cette manœuvre externe, on puisse avoir anatomiquement parlant un effet spécifique sur le *filum terminal*. Nous pensons que relâcher le sacrum et le coccyx permet de mieux faire jouer les tissus intra et extra sacrés, qu'ils soient nerveux, ligamentaires ou méningés.

Manipulation intraosseuse (figure 6.59)

Les lésions intraosseuses sont systématiques après un traumatisme. Elles affectent plus les travées osseuses verticales.

Placez une paume contre la partie crâniale du coccyx et l'autre à sa partie caudale.

Poussez-les l'une contre l'autre pour sentir les zones indurées et résistantes. Relâchez-les en compression-induction.



Figure 6.58 Manipulation ligamentaire du coccyx en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.59 Manipulation intra-osseuse du sacrum et du coccyx en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

Filum terminal

Toujours en latérocubitus, tractez par un ou deux doigts la partie caudale du coccyx en direction ventrale puis dorsale.

Système vasculaire péridiscal

Rôle des reins

Le disque, pour conserver une bonne viscoélasticité, a besoin d'un apport hydrique régulier et permanent. Comme nous l'avons vu, cet apport se fait surtout la nuit ou en décharge.

Avant de procéder aux manipulations discales proprement dites, il faut s'assurer que les reins sont libres de toute fixation et de toute contrainte.

Ils jouent un rôle considérable dans l'hydratation des disques.

Différences veineuses des reins

Il existe une très grande différence entre la circulation veineuse des deux reins.

Comparaison des deux reins (figure 6.60)

- La veine rénale gauche est beaucoup plus longue et sinueuse que la droite.
- La veine rénale gauche reçoit le sang veineux du système génital, à savoir des ovaires, de l'utérus et de la prostate, par la veine gonadique.
- La jonction de la veine rénale gauche et de la veine gonadique se fait selon un angle de 90° , source d'hémodisturbances, alors que la veine gonadique droite rejoint la veine cave inférieure selon un angle aigu plus propice au passage du flux veineux.
- La veine lombale gauche se jette dans la veine rénale gauche, ce qui n'est pas le cas de la veine lombale droite. C'est la veine lombale, par l'intermédiaire des veines basivertébrales, qui assure en grande partie l'imbibition aqueuse discale. Une congestion veineuse génitale et rénale peut avoir un effet sur le disque.

- La veine suprarénale gauche rejoint la veine rénale gauche, alors que la veine suprarénale droite se connecte à la veine cave. Ceci pourrait expliquer qu'une lombosciatalgie gauche entraîne parfois une plus grande fatigue que la droite.

En conclusion

Toute anomalie circulatoire génitale a une incidence sur le rein gauche et inversement.

Le côté gauche est plus problématique sur le plan veineux que le droit. Les varicocèles, par exemple, sont plus fréquentes à gauche. Peut-être est-ce aussi dû au fait que, chez l'homme, le testicule est plus bas à gauche et que, chez la femme, le col utérin est situé dans 75 % des cas du côté gauche.

Conseil

Pour toutes les dysfonctions génitales, y compris l'infertilité, où l'ostéopathie peut agir, traitez systématiquement le rein gauche sans oublier aussi le rein droit qui lui est uni par un *fascia* à son pôle crânial. Pour aborder les reins par voie postérieure, on passe par le quadrilatère de Grynfelt.

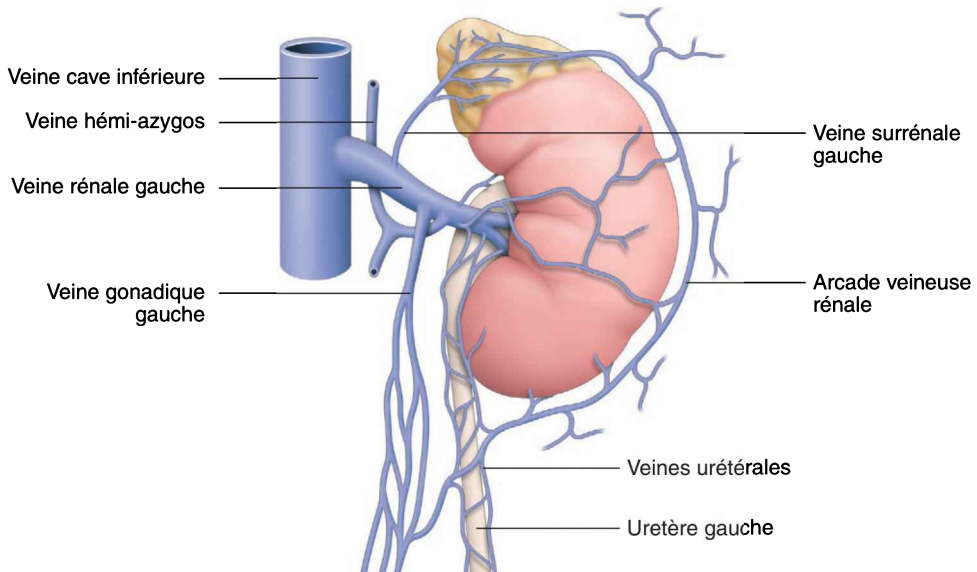


Figure 6.60 Système veineux du rein gauche.

Source : Cyrille Martinet.

Quadrilatère de Grynfeldt (figure 6.61)

Comme son nom l'indique il est constitué de quatre cotés :

- médialement, les paravertébraux ;
- crânialement, la douzième côte et, plus en dedans, le dentelé postérieur et inférieur ;
- au fond, l'aponévrose du transverse de l'abdomen ;
- latéralement, l'oblique interne et une petite partie de la crête iliaque. Classiquement, l'incision pour une néphrectomie se fait à ce niveau. Comme une partie du grand dorsal le recouvre, le chirurgien doit le repousser médialement pour aborder le rein.

Placement des doigts

Recherchez la douzième côte et suivez là jusqu'à sentir :

- les dentelés postérieur et inférieur ;
- le bord latéral des paravertébraux ;
- le grand dorsal, que vous ramenez médialement en profondeur. Repoussez aussi le bord médial de l'oblique interne et le bord médial du carré des lombes.

Conseil

Ne penser pas trop à dénommer ces muscles. Plus prosaïquement, vous êtes au bon endroit quand vous pouvez enfoncer votre doigt facilement dans cet espace. Avant d'aborder la technique à visée vasculaire du rein gauche, penser à relâcher le douzième nerf intercostal.

Test et manipulations

Test

Test bilatéral des reins en décubitus (figure 6.62)

Il est important de tester les deux reins à la fois en décubitus.

Le patient est sur le dos, les jambes allongées, les deux mains reposant sur le thorax, les coudes sur la table.

Placez vos médus de chaque côté, dans les quadrilatères de Grynfeldt, en les dirigeant vers l'angle costovertébral de la douzième côte.

Exercez une traction ventrale bilatérale pour apprécier les résistances au mouvement.

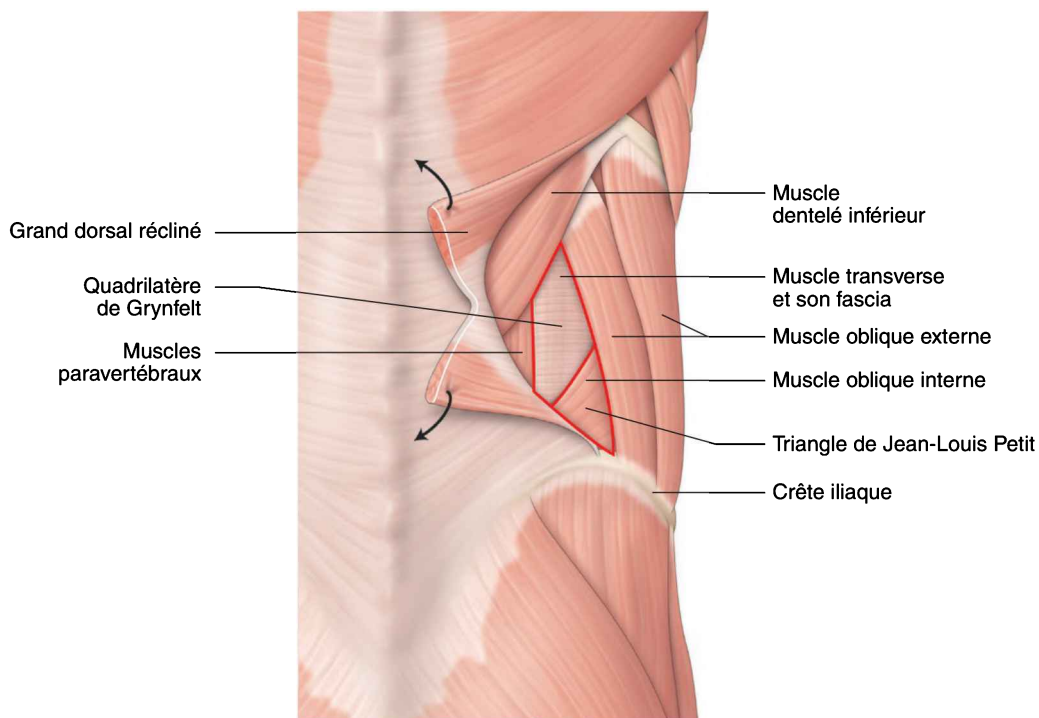


Figure 6.61 Quadrilatère de Grynfeldt.

Source : Cyrille Martinet.

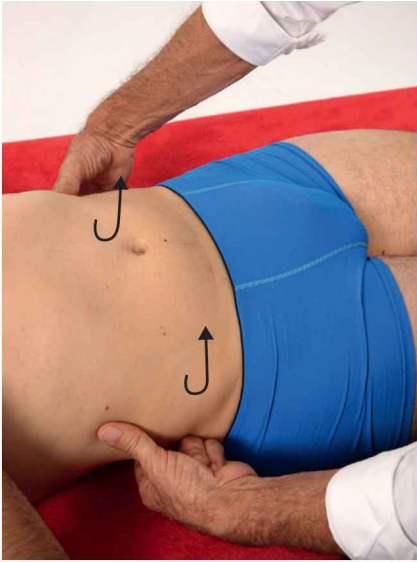


Figure 6.62 Test bilatéral des reins en décubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

Évitez d'être au contact des muscles paravertébraux. On pourrait nous rétorquer que notre test s'applique aussi au carré des lombes, mais avec l'habitude on sent bien la différence entre les résistances musculaires et rénales. Un carré des lombes tendu donne immédiatement une barrière difficile à dépasser, le médus n'arrive pas à entrer dans l'espace de Grynfeld.

Un rein fixé donne une résistance plus sourde, différée, moins franche, avec un mouvement plus difficile mais toujours possible.

Manipulations

Douzième nerf intercostal ou subcostal

Quand il est douloureux, son relâchement permet d'avoir un effet sur le diaphragme, le transverse et la région péri-ombilicale. Quand l'ombilic est sensible, c'est dû au douzième nerf intercostal par conflit mécanique, neural ou viscéral.

Technique (figure 6.63)

Suivez d'un doigt le bord caudal de la douzième côte, de latéral à médial, jusqu'à ressentir le petit filet du nerf subcostal. Il est très proche de l'articulation costovertebrale.

Si c'est possible, relâchez les tissus de part et d'autre du nerf, sinon, effectuez une induction

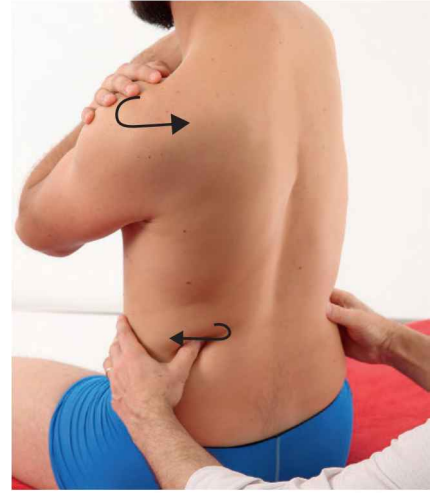


Figure 6.63 Test bilatéral des reins en position assise.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.64 Manipulation du rein gauche en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

cutanée sur une zone quittant la partie subcostale médiale pour se diriger ventro-caudalement.

Manipulation du rein gauche

En latérocubitus simple (figure 6.64)

Le patient repose sur le côté droit, vous vous situez face à lui. Votre main gauche englobe l'épaule gauche pour l'amener en direction du quadrilatère de Grynfeld.

Appuyez votre bassin sur la partie pelvienne, près de l'épine antérosupérieure.

Plaquez votre pouce droit bien à plat contre la partie dépressible du quadrilatère de Grynfeld. Il s'enfonce très facilement par le relâchement musculo-fascial obtenu en amenant l'épaule et le

bassin du patient en direction du quadrilatère de Grynfeldt.

Important

C'est l'action du corps du patient qui permet à votre main d'agir profondément et non une poussée franche du pouce qui est souvent insupportable. Ce n'est qu'en fin de mouvement qu'on pousse le rein ventro-crânialement.

En latérocubitus combiné

Selon le même protocole, lorsqu'on amène progressivement le patient contre la table, on lui demande d'allonger sa jambe. Ceci provoque une extension lombaire qui pousse le rein ventralement.

En position assise (figure 6.65)

Le patient est assis sur la table, jambes pendantes, bras croisés. Vous vous tenez contre lui du côté opposé au rein à manipuler. Demandez-lui d'abord de faire une rotation gauche pour bien placer vos deux index superposés en direction du rein. Ensuite, il doit accomplir une rotation droite pour antérioriser le rein. Vos doigts superposés amplifient le mouvement.

Éirement vasculaire rénal gauche (figure 6.66)

Nous avons déjà étudié la relation entre les veines lombale et rénale gauches ainsi que celle entre le système génital et la veine rénale gauche.

En plus des techniques rénales classiques, nous utilisons une manœuvre à visée vasculaire. Il est difficile d'apporter la preuve d'une amélioration vasculaire. En revanche, cliniquement, elle améliore grandement les symptômes.

Il s'agit d'une technique activo-passive qu'on réalise aussi dans le syndrome de la pince de l'artère mésentérique supérieure.

En latérocubitus

Vous vous situez derrière le patient.

Placez la paume ou les doigts d'une main en direction du pôle inférieur du rein gauche, sous la jonction duodénojéjunale.

La paume de l'autre main est contre la projection postérieure du rein, le pouce dans le quadri-

latère de Grynfeldt, très proche de la jonction costovertébrale de la douzième côte.

N'essayez pas d'enfoncer le pouce mais demandez au patient de faire progressivement une rotation du tronc, comme s'il voulait amener son épaule gauche sur la table. Lors de cette manœuvre, le patient peut doser lui-même son intensité et sa profondeur.

Pendant ce temps, votre pouce s'enfonce naturellement dans le quadrilatère de Grynfeldt sans causer de douleur.



Figure 6.65 Manipulation du rein gauche en position assise.

Source : Pierre-François Couderc.

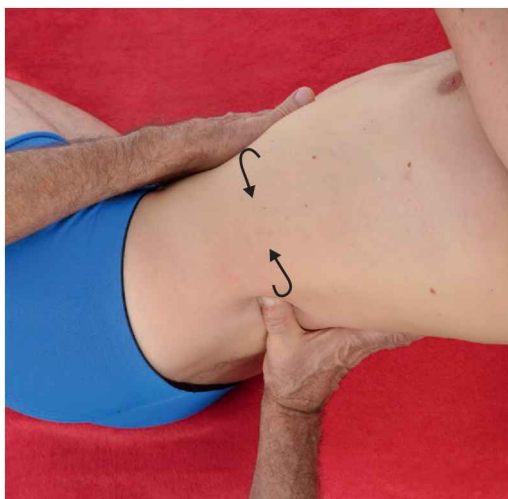


Figure 6.66 Éirement vasculaire du rein gauche.

Source : Pierre-François Couderc.

Les deux mains exercent conjointement une traction latérale, comme si elles voulaient éloigner le rein gauche de la colonne vertébrale.

Maintenez une dizaine de secondes «l'écartement du rein». Répétez l'opération une dizaine de fois pour mieux obtenir un effet vasculaire.

La finalité de cette technique est d'obtenir une réponse centrale.

Pince de l'artère mésentérique supérieure (*nut cracker syndrom*) et syndrome de May-Thurner (figure 6.67)

Avant d'aborder les syndromes de la pince de l'artère mésentérique supérieure et de May-Thurner ou Cockett, nous voudrions préciser quelques points à propos des troubles structuraux et fonctionnels :

- troubles structuraux : ils sont consécutifs à des malformations congénitales ou acquises sévères. Dans l'exemple du vrai syndrome de May-Thurner, le patient souffre de thrombophlébite de la veine fémorale gauche lui faisant courir un risque important. Ce syndrome est rare. Les solutions sont le plus souvent chirurgicales ;
- troubles fonctionnels : ils font suite à de petites malformations ou à des compressions qui ne mettent jamais la vie du patient en danger, mais qui sont suffisantes pour créer des troubles comme des micro-infections, une hyperprotéinu-

rie, des lombalgies et parfois même des sciatalgies. Les troubles surviennent après une activité ou une position contraignante pour le système vasculaire. Il est rare que les bilans dits objectifs montrent un déficit veineux. Il arrive parfois que les veines de la jambe gauche soient plus apparentes et stasiques. Ce sont les patients qui nous consultent pour des gênes et des douleurs difficiles à exprimer, ils sentent bien qu'il existe un problème profond qui échappe à toute investigation objective. Le système veineux est difficile à apprécier manuellement, il n'y a pas d'absence ou de variations de pouls objectivables. En revanche, avec nos doigts, nous sentons bien les différences d'élasticité tissulaire, pas forcément des veines mais aussi des tissus qui les entourent.

Pince de l'artère mésentérique supérieure (figure 6.68)

L'artère mésentérique supérieure fait un angle d'environ 50 à 60° avec l'aorte.

Elle entoure à son origine la veine rénale gauche. Elle peut la comprimer par malposition congénitale ou acquise.

Malpositions congénitales

Elles sont consécutives à :

- une trop grande maigreur constitutionnelle ;
- une brièveté du muscle de Treitz, formant l'angle D3-D4 ;

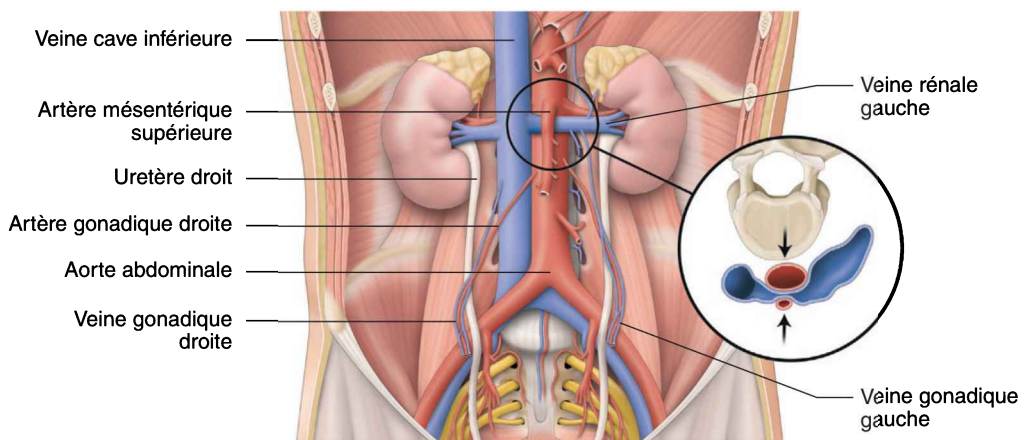


Figure 6.67 Pince de l'artère mésentérique supérieure.

Source : Cyrille Martinet.

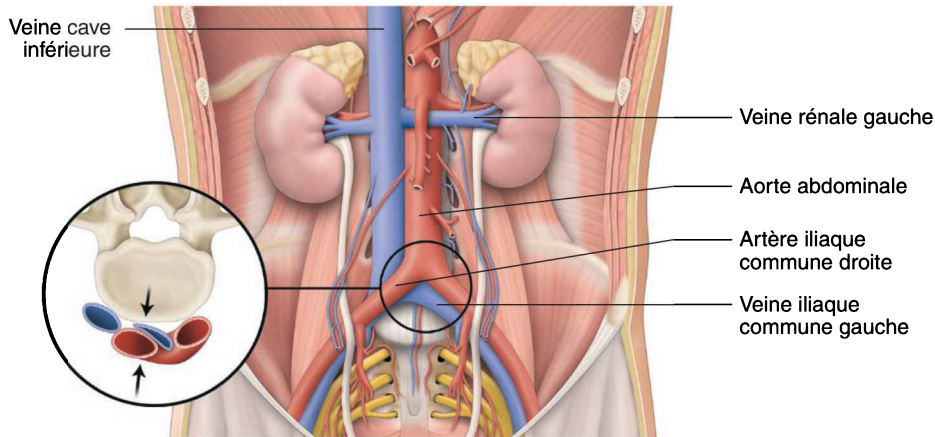


Figure 6.68 Syndrome de May-Thurner ou Cockett.

Source : Cyrille Martinet.

- une origine basse de la mésentérique supérieure sur l'aorte ;
- une hyperlordose ;
- une scoliose à convexité droite.

Malpositions acquises

Avec l'âge, le corps se modifie, sa taille diminue en raison du tassement vertébral qui met la colonne vertébrale en cyphose. La distance xyphopubienne se raccourcit.

Le système vasculaire et les organes voient varier leur position. L'angle mésentérico-aortique se ferme et comprime la veine rénale gauche contre le troisième duodénum.

L'amaigrissement trop rapide et les grandes fatigues sont aussi des facteurs favorisant, de même que les suites chirurgicales abdomino-pelviennes.

Conséquences

Le gradient de pression rénocave augmente, provoquant des hématuries avec protéinurie. Le patient souffre de lombalgies gauches avec épigastrie, améliorée en latérocubitus gauche. Les douleurs augmentent lors d'une activité et diminuent souvent en position assise.

Au niveau discal

Du fait de l'anastomose entre les veines lombale et rénale gauches, nous pensons qu'à la longue, les disques souffrent par déshydratation et mauvais apport de nutriments.

Il est difficile d'apporter une preuve directe mais, sur le plan clinique, la libération de la pince mésentérico-aortique améliore les symptômes digestifs et vertébraux.

Manipulation de la pince aorto-mésentérique supérieure

Elle consiste à :

- ouvrir l'angle interduodéal entre les troisième et quatrième duodéniums ;
- étirer l'artère mésentérique supérieure ;
- mobiliser le duodénum en latérocubitus gauche.

Angle interduodéal et muscle de Treitz (figure 6.69)

Pour nous, le muscle de Treitz a trois fonctions :

1. il permet de régler le passage du chyle entre le duodénum et le jéjunum ;
2. il évite un reflux jéjunoduodéal ;
3. il protège l'artère mésentérique supérieure en lui évitant d'être comprimée entre D3 et D4 et la veine rénale gauche.

La verticalisation de l'homme, au fil du temps, a obligé l'organisme à s'adapter à ce changement de position sur les plans locomoteur, viscéral et vasculonerveux. Le muscle de Treitz, en position quadrupédique, empêchait la poussée ventrale de l'abdomen. En position verticale, il prévient son tassement caudal.

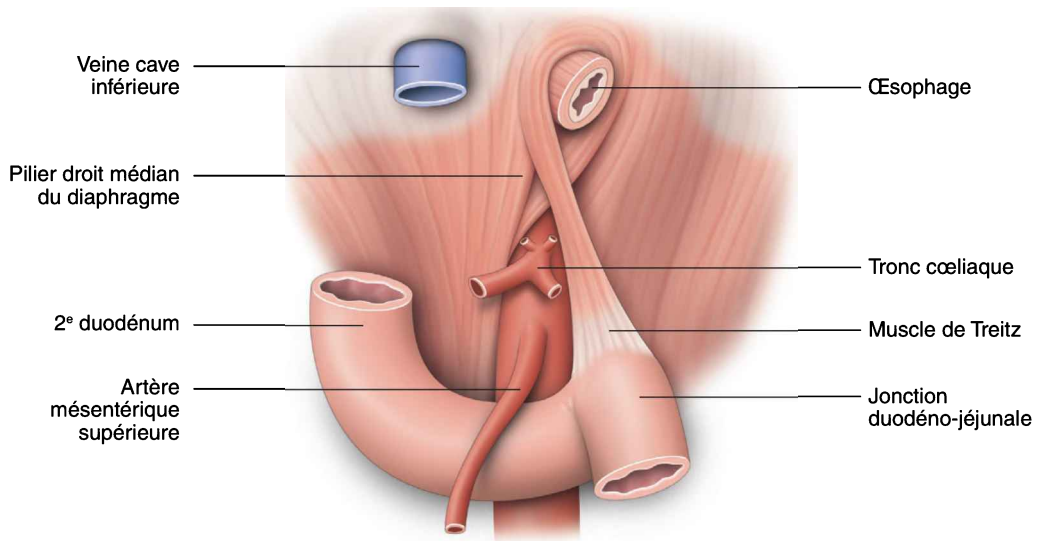


Figure 6.69 Angle interduodéal et muscle de Treitz.

Source : Cyrille Martinet.

Muscle de Treitz (Vaclav Treitz)

On entend souvent parler du *fascia*, du ligament et du muscle de Treitz : voyons s'il existe des différences fondamentales entre ces trois éléments.

Fascia de Treitz

Il se fixe au duodénum au plan postérieur, conjointement avec le péritoine pariétal postérieur qui tapisse sa face antérieure.

Muscle de Treitz

Il fixe la quatrième portion du duodénum sur le flanc gauche de la deuxième lombaire. Pendant le développement embryologique, c'est un point de fixation autour duquel l'intestin grêle se déroule.

Il tient son origine du pilier droit du diaphragme, il passe autour de l'œsophage, du tronc coélique et de l'artère mésentérique supérieure. Il glisse en arrière du pancréas pour rejoindre l'angle duodéno-jéjunal.

Il est formé de tissu conjonctif et de quelques fibres musculaires venant du diaphragme. Le fait qu'il possède des fibres contractiles le rend très sensible à nos manipulations. Disons que c'est une structure musculo-ligamentaire.



Figure 6.70 Manipulation de l'angle duodéno-jéjunal et du muscle de Treitz en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

Technique

En latérocubitus gauche

Angle duodéno-jéjunal (figure 6.70)

Il est à trois travers de doigt au-dessus de l'ombilic, sur la ligne ombilico-médio-claviculaire gauche.

Pour approcher l'angle duodéno-jéjunal, amenez l'épaule droite et le bassin du sujet dans votre direction. Rappelez-vous, c'est le corps du patient qui vient vers vos doigts pour éviter toute manœuvre douloureuse et non vos doigts qui vont directement vers le corps.

Muscle de Treitz

Quand vous sentez la tension de l'angle duodéno-jéjunal, dirigez vos doigts dorsalement et crânialement à droite, ce qui permet de respecter le pancréas et de sentir le muscle de Treitz.

Demandez au patient de faire une inspiration légèrement plus ample pour sentir la tension de ce muscle qui rejoint le pilier droit du diaphragme.

Cherchez les zones de moindre élasticité pour les traiter en induction.

Repérage et manipulation de l'artère mésentérique supérieure

Repérage de l'artère mésentérique supérieure

Le patient repose sur le dos, les mains croisées sur la poitrine, les coudes sur la table.

Recherchez son poulx plus caudalement et plus à droite qu'à son origine pour éviter de le confondre avec le poulx aortique.

Mettez-vous très légèrement à droite et à coté de l'ombilic dans l'axe de l'artère iléo-cæcale.

Manipulation en décubitus (figure 6.71)

Du pouce gauche, fixez l'aorte et du pouce ou de l'index droit, étirez l'artère en direction de la jonction iléo-cæcale.

N'oublions pas que les artères sont accompagnées de leurs veines satellites et qu'un étirement artériel implique toujours celui de sa veine.

Notre but est d'effectuer un étirement axial de l'artère mésentérique supérieure pour dégager au



Figure 6.71 Manipulation de l'artère mésentérique supérieure en décubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

mieux la veine rénale gauche. On exécute cette manœuvre après la libération du muscle de Treitz.

Plexus mésentérique inférieur

Pour nous, il est très intéressant à traiter car il reçoit et envoie des fibres aux ganglions sympathiques lombaires et au plexus hypogastrique supérieur.

Nous avons vu que le disque reçoit une innervation sympathique issue des plexus mésentériques supérieur et inférieur.

Repérage de l'artère mésentérique inférieure en décubitus

Le patient est en décubitus, jambes allongées, mains sur la poitrine.

Cherchez le poulx de l'artère mésentérique inférieure à deux travers de doigt au-dessus et à gauche de l'ombilic.

Prenez un point fixe sur la partie caudale de l'aorte abdominale et étirez d'un doigt l'artère mésentérique inférieure en induction. La manœuvre est terminée quand le mouvement de glissé-induction est totalement libre, donnant l'impression que votre doigt « surfe » sur l'artère.

Syndrome de May-Thurner ou Cockett (figure 6.68)

Si on se réfère à la définition médicale classique, ce syndrome est rare. Comme nous l'avons expliqué, quand les compressions vasculaires sont supportables et compensables, elles donnent plutôt des troubles fonctionnels que l'on peut soigner.

Définition classique

C'est une thrombophlébite de la veine iliaque commune gauche due à sa compression entre l'artère iliaque commune droite et le relief de la quatrième lombaire. C'est une compression vasculo-osseuse. De plus, la circulation artérielle de l'artère iliaque commune droite bombarde sans cesse la veine iliaque commune gauche.

En cas de trouble fonctionnel, c'est une insuffisance veineuse transitoire en fonction de l'activité et de la position du patient.

Causes

Congénitales

La veine iliaque commune gauche est déjà dans une position favorisant sa compression contre la quatrième lombaire et contre l'artère iliaque commune droite.

Acquises

La veine iliaque commune gauche est comprimée par une hyperlordose lombaire, une ostéophytose exubérante, une diminution de taille due à l'âge ou à l'ostéoporose, une grossesse, des suites de traumatismes lombaires ou d'activités physiques favorisant la compression, comme la course à pied, par exemple.

Pathogénie

Une fibrose péri-veineuse et des adhérences se créent, elles sont continuellement agressées par le pouls très puissant de l'artère iliaque commune droite.

Signes cliniques

- Insuffisance circulatoire gauche avec, à la longue, des varices du membre inférieur.
- Claudication intermittente, avec douleur des membres inférieurs plus marquée à gauche mais moins manifeste que pour un problème artériel.
- Crampes à l'effort ou à la station debout prolongée.
- Lombalgie ou lombosciatalgie gauche, accompagnée d'une gêne à la marche. Le patient met cette gêne sur le compte de la douleur.

Sur le plan discal

Il est quasiment impossible de mettre en relation directe cette compression veineuse avec un problème discal. Les sources d'irrigation discale sont variées et subtiles.

Cependant, nous avons nettement soulagé des patients en appliquant nos techniques sur ce conflit vasculo-osseux. De plus, la situation de certains de nos patients lombalgiques a été nettement améliorée par le port de contention veineuse des membres inférieurs. Ceci montre que le problème veineux n'est pas à négliger dans les problèmes algiques lombosacrés.

Sur plan épidural

L'espace épidural se situe entre les parois osseuses rachidiennes et le sac dural. Les veines épidurales sont volumineuses et avalvulées, elles constituent des plexus veineux considérables qui communiquent avec les plexus veineux externes, en relation avec les veines lombales. Toute gêne de la circulation veineuse péri-vertébrale peut perturber l'hydratation discale.

Rappelons que les veines lombales envoient des anastomoses dans le psoas, ce qui est une raison supplémentaire pour étirer ce muscle.

Manipulation vasculaire

Pouls des artères iliaque externe, fémorale et tibiale postérieure

Partant du principe qu'une diminution d'un pouls artériel implique aussi une diminution de la circulation veineuse de ses veines satellites, il est intéressant de faire le bilan des pouls artériels en aval de l'artère iliaque commune gauche. Il permet d'évaluer au départ les insuffisances et d'apprécier les effets positifs éventuels de la manipulation.

En latérocubitus gauche (figure 6.72)

Suivez la direction de l'aorte abdominale jusqu'à sa bifurcation en deux artères iliaques communes. Prenez un appui sur le flanc latéral de l'artère iliaque commune droite et repoussez-les progressivement vers la droite.

Bien sûr, ne pensez pas la mobiliser comme un muscle, mais la finalité de cette manœuvre et de libérer les tensions fibreuses entre l'artère, la veine commune iliaque gauche et le plan lombaire.



Figure 6.72 Manipulation de l'artère iliaque commune droite.

Source : Pierre-François Couderc.

Il est bon aussi de prendre appui sur les deux artères iliaques communes et de les écarter comme si on voulait ouvrir leur angle de bifurcation.

Remarque

La veine rénale gauche reçoit la veine spermatique ou ovarienne gauche et très fréquemment une forte anastomose de la veine héli-azygos. De plus, elle reçoit le sang veineux de la lombale gauche constituant le tronc réno-azygolombaire. Pour nous, le côté gauche sur le plan veineux est très particulier, son traitement apporte parfois des résultats surprenants aussi bien aux niveaux rénal que surrénal, génital et lombodiscal.

Veines intercostales

Elles sont en relation avec les veines azygos et hémiazygos. Il est difficile de suivre leurs trajets intercostaux.

Nous recommandons de libérer d'abord les articulations costovertébrales et ensuite de procéder à l'ouverture des espaces intercostaux.

Ouverture costale en latérocubitus (figure 6.73)

Le patient repose sur le côté opposé aux côtes à traiter, une main sous la tête et l'autre reposant sur la table ou l'avant-bras.

Appuyer sur les côtes, en direction médiale et ventrale, pour trouver la plus fixée. Maintenez-la d'une main en vous aidant de votre thorax et demandez au



Figure 6.73 Ouverture costale en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

patient de faire une abduction du membre supérieur, la main reposant sur la table ou sur son avant-bras.

Maintenez l'étirement quelques secondes pour obtenir un effet vasculaire.

Jonction azygo-cave (figure 6.74)

Étudions d'abord la jonction azygo-cave pour ensuite comprendre et décrire la manœuvre qui en découle.

Système veineux azygos

Grande veine azygos

- Naissance : réunion de la douzième vertèbre intercostale droite avec la veine lombale ascendante droite.
- Trajet : ascendant, le long du flanc droit de la colonne thoracique.
- Terminaison : dans la veine cave supérieure, en regard de la quatrième vertèbre thoracique. Sa terminaison est intimement liée à la bronche principale droite, située profondément entre les deuxième et troisième espaces intercostaux droits.

Veine héli-azygos

- Naissance : réunion de la douzième intercostale gauche avec la veine lombale ascendante gauche.
- Trajet : ascendant, le long du flanc de la colonne vertébrale. Elle croise la huitième vertèbre thoracique pour rejoindre la grande veine azygos.

Carrefour azygo-cave

La grande veine azygos enjambe la bronche principale droite pour s'aboucher à la face postérieure de la veine cave supérieure.

Remarque

Nous trouvons souvent une zone de tension tissulaire anormale en regard de la bronche principale droite chez les patients souffrant d'asthme, d'allergie, de psoriasis et d'eczéma. Très souvent, quand cette zone est tendue, il s'agit de maladies retrouvées chez les parents et chez les grands-parents. Depuis de nombreuses années, nous avons recherché en vain une explication logique à cette correspondance. Une partie de l'explication est l'intrication anatomique de la bronche principale droite, de la veine azygos, du nerf vague droit, du nerf phrénique droit et des artères pulmonaires.

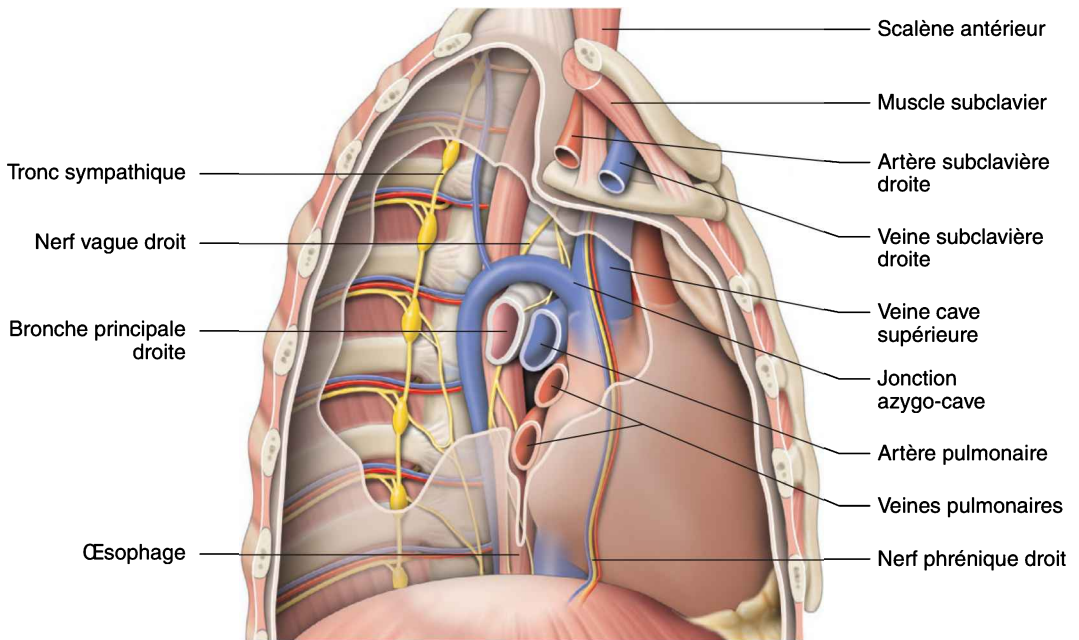


Figure 6.74 Jonction azygo-cave.

Source : Cyrille Martinet.

Manipulation en décubitus (figure 6.75)

Le patient repose sur le dos, les mains sur l'abdomen, les coudes sur la table.

Placez les paumes de la main l'une sur l'autre entre la deuxième et la troisième côte, très près des articulations chondrocostales.

Appuyez progressivement en direction de la bronche principale droite. Passez la barrière costale. Vous allez ressentir une résistance légèrement oblique en direction caudale et dextre. Elle donne l'impression d'un bout de tuyau raide.

Cherchez en écoute la zone la plus dure pour la relâcher en compression-induction progressive.

Très souvent, c'est la partie postéromédiale de la bronche qui est indurée.



Figure 6.75 Manipulation du carrefour azygo-cave.

Source : Pierre-François Couderc.

Colonne cervicale

Les manipulations discales et disco-radiculaires de la colonne cervicale demandent à être très précises et délicates. Elles sont plus complexes à réaliser que celles de la colonne lombaire, et surtout demandent beaucoup de doigté et de finesse.

Les douleurs générées par les hernies discales cervicales sont le plus souvent insupportables.

Conseils

Pour bien faire la différence entre une bronche et le poumon, placez vos paumes plus latéralement en direction du poumon et allez en profondeur. Vous verrez que la sensation d'élasticité est très différente.

Particularités de la colonne cervicale (figure 6.76)

- La présence de la moelle spinale : un conflit discal peut créer des myélopathies par compression, alors qu'au niveau lombaire en dessous de L2, on est contre la queue de cheval.
- Des disques épais : ils sont très épais par rapport à la hauteur des corps vertébraux, le rapport disco-corporéal est de 2/5^e. Ceci favorise la mobilité et aussi leur dégénérescence au niveau cervical bas.
- La présence des uncus : ils se développent progressivement et sont totalement formés autour de l'âge de 9–10 ans. Ils protègent la colonne mais peuvent aussi sectionner les disques quand les paramètres mécaniques vertébraux ont été modifiés.
- La présence des artères et des veines vertébrales : c'est un fait unique au niveau vertébral qu'une artère et une veine aient un trajet intratransversaire. Cette particularité fait exister un risque de compression et de sténose vasculaire.
- Un système veineux dense et plexiforme : il a un rôle de protection du système neuromédullaire,

mais il est aussi une source de conflits mécaniques en cas de cervicalgie et de cervicarthrose. Nous vous présenterons des techniques pour drainer ces plexus veineux afin de dégager les racines de leurs contraintes vasculaires.

- Une partie caudale plus fragile : les cervicales basses de C5 à C7 sont souvent victimes de conflits mécaniques à la fois naturels et traumatiques. C'est presque systématiquement qu'on retrouve des lésions disco-arthrosiques à ce niveau.

Nécessité d'un bilan radiologique

La colonne cervicale peut être affectée par de nombreuses pathologies donnant des symptômes similaires à ceux des problèmes mécaniques.

Nous avons un devoir de vigilance et souvent même une simple radiographie est suffisante pour éliminer un processus tumoral.

Hernies discales

Comme au niveau lombaire, on retrouve une fissuration de l'*annulus fibrosus* avec migration du matériel discal vers le canal rachidien et les foramens.

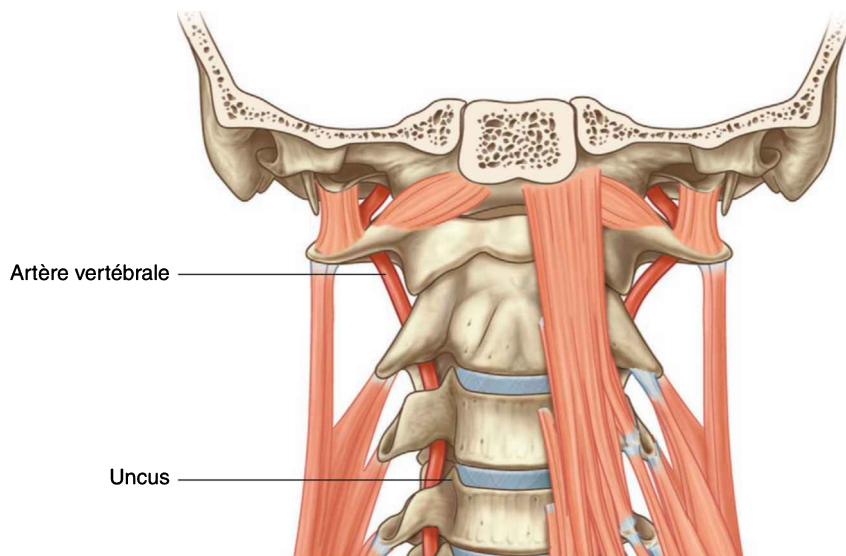


Figure 6.76 Particularités de la colonne cervicale.

Source : extrait de Gray's Anatomie pour les étudiants/3^{ème} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, fig. 8.187. Copyright 2015 avec l'autorisation d'Elsevier.

Le foramen intervertébral est limité ventralement et médialement par les articulations unco-vertébrales. Elles contrôlent la migration externe du disque pour empêcher la formation d'une hernie discale extra-foraminale.

Hernie discale molle

C'est une hernie molle créant une névralgie cervicobrachiale uniradiculaire. Elle survient chez le sujet jeune avec un début brutal ou progressif. Voici les signes d'une névralgie cervicobrachiale.

Névralgie cervicobrachiale

Elle est :

- unilatérale ;
- uniradiculaire ;
- irradiante vers les omoplates, le sein, le crâne et le membre supérieur ;
- aggravée par le décubitus, le patient essaie de dormir assis ;
- soulagée souvent en mettant la main derrière la tête, en diminuant le poids du bras avec une écharpe ou en tenant le coude avec la main opposée ;
- augmentée par la toux, l'éternuement et les efforts ;
- légèrement améliorée par l'extension cervicale ;
- à l'origine de paresthésies (picotements, fourmillements) dans la main concernée et parfois d'une amyotrophie des muscles de la main ;
- à l'origine de cervicalgies avec raideur de la nuque ;
- à l'origine parfois de l'abolition des réflexes stylo-radial (C6) et tricipital (C7).

Hernie discale dure

Elle concerne les sujets de plus de 45 ans. Les signes cliniques sont progressifs et discontinus.

Elle provoque des gênes ou des douleurs pluriradiculaires, survenant en fonction des activités ou, parfois, de manière aléatoire.

Voyants rouges

Il convient d'être très prudent devant un patient présentant une névralgie cervico-brachiale spontanée sans relation avec un traumatisme. De nombreuses pathologies intra ou extra-cervicales peuvent créer des conflits disco-radicaux.

Attention aux douleurs :

- à prédominance nocturne ;
- aléatoires et spontanées, non déclenchées par un mouvement et sans position antalgique ;
- survenant à la suite d'une radiothérapie (sein par exemple) ;
- accompagnées de toux ou de difficultés respiratoires (Pancoast-tobias, par exemple) ;
- associées à des amyotrophies, une perte de sensibilité et une abolition des réflexes stylo-radial, tricipital et ulnaire.

Prenez garde également à ces signes :

- vertiges ;
- surdité ;
- fièvre ;
- douleur thoracique.

Devant toute névralgie cervicobrachiale, même paraissant banales, il faut être circonspect. Nous avons vu des patients avec des tumeurs extradurales (méningiome, neurinome) et des compressions intracanales et médullaires.

Tumeurs rachidiennes

On peut citer les tumeurs osseuses primitives (myélomes, lymphomes) et les métastases des cancers ostéophiles.

En principe, l'état général est altéré, la névralgie cervicobrachiale n'est pas systématique au début.

Ces patients nous consultent surtout au stade initial où les douleurs sont avant tout rachidiennes.

Spondylodiscites

Elles sont assez rares au niveau cervical. Il s'agit d'une infection disco-vertébrale. Elles sont accompagnées de fièvres insomniantes avec un état général altéré.

Parfois, la douleur s'installe progressivement avec des signes classiques de cervicalgie. Le début à bas bruit peut être un piège.

Dans notre pratique, nous avons vu seulement trois cas de spondylodiscites cervicales et une dizaine au niveau lombaire.

Maladie de Grisel

C'est un enfant qui consulte pour un torticolis, ce qui est déjà tout à fait anormal.

En principe, c'est une rhinopharyngite compliquée d'un torticolis à début brusque avec subluxation de l'atlas sur l'axis.

La palpation du cou met en évidence des ganglions multiples avec parfois une petite masse jugulo-carotidienne. La vraie maladie de Grisel avec subluxation des premières cervicales est extrêmement rare.

Syndrome du défilé thoracique

Dans nos consultations, nous recherchons systématiquement une anisotension, une anisocorie et nous effectuons le test d'Addson-Wright.

Rappelons que ce test peut mettre en évidence une compression vasculaire. On parle toujours de l'artère subclavière, mais n'oublions pas la veine qui est placée ventralement et qui est la première à être comprimée.

Le plexus brachial est juste derrière l'artère subclavière, sa compression provoque des radiculalgies surtout marquées dans le territoire de C8.

Il peut arriver qu'on puisse confondre les symptômes d'une névralgie cervicobrachiale par discopathie avec un syndrome du défilé thoracique.

En revanche, la discopathie ne donne pas d'Addson-Wright positif.

Sténoses cervicales

C'est un rétrécissement du canal cervical, pouvant comprimer les racines nerveuses ou la moelle épinière. En voici les principales causes :

- un défaut de croissance avec un canal étroit constitutionnel;
- l'âge, avec son cortège d'arthrose, d'épaississement ligamentaire et d'ostéophytose;
- les suites de traumatisme, coup du lapin, fracture, microtraumatismes répétés;
- les suites d'un torticolis congénital;
- les malformations cervicales, soudure de deux vertèbres ou spondylolisthésis;
- les scolioses;
- les dégénérescences discales;
- les métiers à risque : peintre en bâtiment, chauffeur, etc. Il semblerait que ce sont les microtraumatismes répétés qui soient à l'origine des sténoses.

Symptomatologie

- Douleurs progressives lancinantes.
- Impression parfois de chocs électriques, surtout en fléchissant la tête ou en la redressant rapidement.
- Paresthésies (fourmillement, picotements).
- Perte de sensibilité.
- Faiblesse progressive des membres supérieurs.

Myélopathies

Plus fréquentes chez l'homme en raison de ses activités physiques théoriquement plus intenses que celles de la femme, voici les signes cliniques :

- cervicalgies par crises, associées à des fontes musculaires;
 - névralgie cervicobrachiale.
- On trouve aussi d'autres causes :
- éperon osseux par ossification du ligament longitudinal dorsal;
 - compression de l'artère vertébrale;
 - tumeurs intradurales.

Symptomatologie

- Cervicalgies, névralgies cervicobrachiales.
- Douleurs dans les jambes. Ce facteur doit nous rendre très prudent, c'est un signe de compression médullaire.
- Parésie spastique.
- Sténose et refoulement de l'artère vertébrale qui peuvent provoquer une ischémie médullaire par l'entassement des artères spinales.

Torticolis

Cette contracture musculaire du cou fait l'objet de nombreuses consultations dans nos cabinets.

En principe, il est rare que les torticolis soient causés par une hernie discale, cependant, il est intéressant de les étudier.

Torticolis infectieux

Le torticolis aigu fébrile ou subfébrile apparaît lors :

- d'une rhinopharyngite avec adénite;
- d'une atteinte gingivo-dentaire;
- d'une amygdalite;
- d'une myalgie virale;
- d'une grippe. Attention, certains virus de la grippe sont particulièrement neurophiles.

Prenez garde aux adénopathies

Un torticolis est rarement purement mécanique. Devant toute douleur cervicale, on recherche systématiquement les adénopathies.

Les torticolis peuvent être l'expression d'un problème thyroïdien, sinusal et temporo-mandibulaire.

À éviter

Effectuer un thrust cervical sur un torticolis est un non-sens. Cette zone est tellement irritée qu'elle ne supporte pas d'être manipulée. La myalgie aigüe est le plus souvent uniquement l'expression d'un autre problème.

Penser aux problèmes dentaires

Les problèmes dentaires donnent fréquemment des cervicalgies par les nombreuses anastomoses qui réunissent les plexus cervicaux aux nerfs trijumeaux.

Torticolis mécanique

Il survient après un traumatisme, dans un délai plus ou moins long ou lors d'une position contraignante.

Par exemple, la peinture de plafond est toujours une épreuve pour la colonne cervicale, porter un enfant sur ses épaules et essayer de le retenir quand il perd l'équilibre aussi.

Dans le torticolis mécanique, le patient se souvient uniquement du facteur déclenchant. Il est très rare qu'il se souvienne des tensions mécaniques qui l'ont précédé.

Tests

Test articulaire (figure 6.77)

Il est intéressant de connaître l'existence d'une fixation ostéoarticulaire avant de s'intéresser aux disques. Parmi tous les tests, nous avons choisi celui qui s'effectue en flexion latérale, en position assise, avec appui et contre-appui sur les processus transverses.

Placez le pouce et l'index d'une main contre le bord latéral des processus transverses gauche et droit de la même vertèbre.

L'autre main est posée sur le crâne pour imprimer des mouvements de flexion latérale à la colonne cervicale.

Normalement, les processus transverses se dirigent librement du côté opposé. Une forte résistance ou un blocage franc au mouvement signifient une fixation au niveau facettaire. En cas de simple résistance, cela peut être dû à un défaut de viscoélasticité discale ou à une tension des muscles intertransversaires.

Reflexes ostéotendineux

On les effectue en cas de névralgie cervico-brachiale. Ils sont positifs en cas de conflit disco-radiculaire important et de tumeurs de la colonne cervicale.

La plupart du temps, ils concernent la partie caudale de la colonne cervicale. On les effectue en position assise.

Réflexe stylo-radial (C6) (figure 6.78)

L'avant-bras est semi-fléchi, son bord radial vers le haut. La percussion se fait sur la styloïde radiale ou

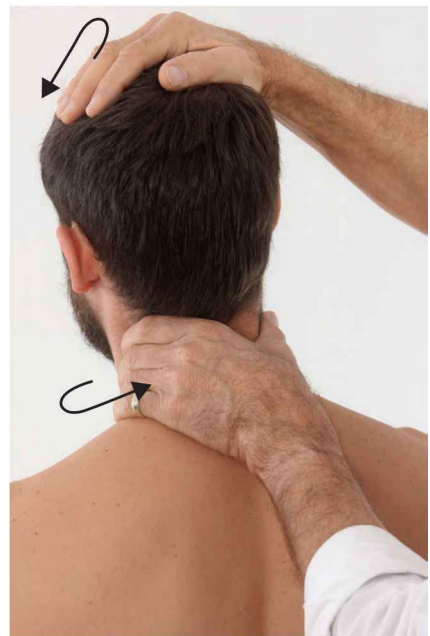


Figure 6.77 Test articulaire bitransversaire.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.78 Réflexe stylo-radial.

Source : Pierre-François Couderc.

légèrement au-dessus. Elle entraîne une flexion de l'avant-bras sur le bras par contraction du supinateur.

Réflexe bicipital (C5-C6) (figure 6.79)

L'avant-bras est semi-fléchi. Posez un pouce sur le tendon bicipital distal et percutez-le, ceci provoque la contraction du biceps. Il concerne les racines nerveuses issues de C5-C6.

Réflexe tricipital (C7) (figure 6.80)

Le bras est en abduction, l'avant-bras pendante. On percute le tendon du triceps au-dessus de l'olécrane. Ceci provoque une extension de l'avant-bras sur le bras par contraction du triceps.

Recherche d'amyotrophies

Les amyotrophies concernent les muscles striés squelettiques. Elles sont d'origine myogène ou neurogène.

Au niveau discal, elles révèlent une compression de la racine antérieure au niveau foraminaux, plus rarement de la corne antérieure spinale.

Toute amyotrophie doit faire l'objet d'une recherche approfondie.

Soulignons qu'au niveau cervical, nous avons vu des amyotrophies des doigts consécutives à des gripes, certains virus grippaux sont particulièrement neurophiles.



Figure 6.79 Réflexe bicipital.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.80 Réflexe tricipital.

Source : Pierre-François Couderc.

Tests discaux

Ils s'effectuent minutieusement et avec beaucoup de précautions, un simple problème discal cervical est très douloureux.

En position assise Manœuvre de Spurling

Elle consiste à comprimer fortement la tête, la colonne cervicale en flexion-latérale-rotation. Ce test déclenche une irradiation dans le membre supérieur. Il est très difficilement supporté par le patient, nous préférons notre test.

Notre test assis (figure 6.81)

Le sujet est assis, vous vous situez derrière lui. Placez les mains l'une sur l'autre sur le crâne du patient pour comprimer la colonne cervicale.

Faites varier votre appui dans toutes les directions par de toutes petites compressions unilatérales pour repérer la zone de conflit disco-radriculaire.

Demandez au patient d'étirer distalement et caudalement le membre supérieur du côté de l'appui.

Exercez un appui sur le crâne, suivez l'écoute, elle vous dirigera inmanquablement sur le foyer conflictuel disco-ligamentaire.

L'avantage de ce test est sa précision et le fait qu'il ne déclenche pas de forte douleur.

En extension cervicale, la compression s'exerce sur les facettes articulaires, en flexion, elle s'exerce sur le disque.

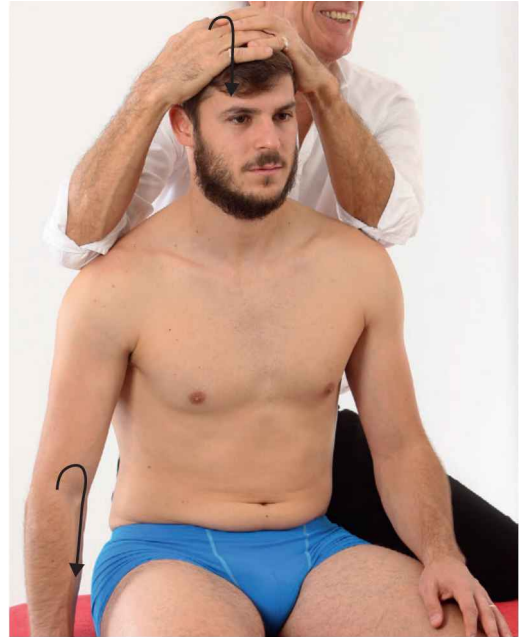


Figure 6.81 Test discal en compression assis.

Source : Pierre-François Couderc.

En décubitus simple (figure 6.82)

Le patient est couché sur le dos, les mains reposant sur la poitrine, les coudes sur la table. Vous êtes assis derrière lui.

Placez les deux médiums ou les deux index l'un sur l'autre contre les processus épineux, puis contre les lames et enfin contre les processus transverses, comme pour la colonne lombaire. Comprimez lentement et progressivement ces éléments en analysant la distance à laquelle se situe la principale résistance par rapport aux processus épineux.

Un blocage immédiat et dur est le fait des processus articulaires.

Une résistance progressive est plutôt le signe d'un conflit disco-radriculaire. Très rapidement, le patient ressent une gêne, une douleur et parfois une radiculalgie.

Il va de soi qu'en présence d'une douleur, on relâche la pression.

C'est presque toujours au niveau de C5/C6 qu'on ressent la résistance ligamento-discale. N'oubliez cependant pas la région C6/C7 qui, même sans signe radiologique, est fréquemment concernée.

Les appuis douloureux sur les lames sont le signe d'un problème disco-radriculaire plus latéral.



Figure 6.82 Test et manœuvre discal en décubitus simple.

Source : Pierre-François Couderc.

Les appuis douloureux sur les processus transverses indiquent plus un problème foramino-radriculaire.

En décubitus avec le membre supérieur (figure 6.83)

Une fois repérée la zone disco-ligamentaire conflictuelle, demandez au patient de mobiliser son membre supérieur homolatéral en rotation et en abduction et, à la fin, en flexion-extension du poignet.

Vous sentez les tensions vertébrales se durcir sous votre doigt quand la racine concernée est étirée.



Figure 6.83 Test et manœuvre discal en décubitus avec le membre supérieur.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.84 Test et manœuvre discal en latérocubitus simple.

Source : Pierre-François Couderc.

Ceci permet d'être plus précis et efficace pour mettre en route le traitement.

En latérocubitus simple (figure 6.84)

Le patient repose sur le côté opposé à tester, on évalue cependant systématiquement les deux côtés.

Placez une main sous sa tête, de manière à effectuer des petits mouvements de flexion-extension.

Du pouce de l'autre main, imprimez des petits mouvements doux d'extension sur le processus épineux des vertèbres cervicales basses, à la recherche de résistance disco-ligamentaire.

En latérocubitus avec le membre supérieur (figure 6.85)

On cherche là aussi à mieux localiser la zone problématique grâce à l'allongement du membre supérieur.

Demandez au patient de faire glisser sa main le long de son membre inférieur et, à la fin du mouvement, de mobiliser le poignet.

Test discoradiculaire cervical assis (figure 6.86)

Placez derrière le patient qui est assis, les mains reposant sur les cuisses. Son dos est appuyé contre



Figure 6.85 Test et manœuvre discal en latérocubitus avec le membre supérieur.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.86 Test et manœuvre discoradiculaire assis en traction occipitale.

Source : Pierre-François Couderc.

vosre sternum, et vos coudes reposent sur ses épaules.

Placez les paumes de vos mains sous les mastoïdes et les parties adjacentes occipitales, l'appui doit être confortable pour le patient.

Test

Tractez en direction crâniale la tête de votre patient, comme si vous vouliez l'agrandir.

Laissez aller contre vous la tête du patient pour vous donner un appui plus ferme mais indolore et augmenter la traction crâniale.

En fin de mouvement, demandez-lui d'étirer distalement ses membres supérieurs en poussant ses coudes en direction de la table. Ceci met en tension les plexus brachiaux. Pour encore mieux focaliser les tensions, le patient peut faire des mouvements du poignet et de la main.

On ressent très nettement la tension neurale du plexus brachial du côté où il est fixé.

Manipulations discales

Au risque de nous répéter, insistons sur le fait que les manœuvres concernant les discopathies cervicales doivent être d'une extrême douceur, tout à fait indolores et conduites lentement et progressivement.

Stoppez votre traitement en cas de douleur, changez légèrement votre appui. Si la douleur persiste, abandonnez la manœuvre.

En decubitus

En décubitus simple (figure 6.82)

Dans la même position que celle employée dans le test, de deux doigts l'un sur l'autre aidés éventuellement par les doigts de l'autre main, comprimez les processus épineux et transverses, en dépassant progressivement la résistance ressentie.

Quand vous avez atteint la zone de résistance discale, effectuez une induction en maintenant une légère extension cervicale.

En fin de traitement, on sent une amélioration de l'amplitude et surtout une sensation de liberté de mouvement. On a très nettement l'impression d'avoir levé un barrage.

En décubitus combiné (figure 6.83)

On demande soit au patient de faire glisser sa main distalement sur la table, soit, le coude sur la table, d'effectuer des abductions-rotations latérales des membres supérieurs.

En cas de radiculgie, les doigts sur les processus épineux ou transverses ou les lames, sentent la résistance augmenter pendant le mouvement des membres supérieurs. C'est au maximum de tension qu'on réalise l'extension-induction progressive jusqu'à un relâchement de la tension.

En latérocubitus

En latérocubitus simple (figure 6.84)

Cette position permet un mouvement d'extension plus important.

La tête du patient repose sur l'une de vos mains et de l'autre, vous placez le pouce contre le processus épineux ou transverse ou contre les lames.

Combinez un léger mouvement d'extension cervicale de votre main et de votre pouce. Cherchez la zone de résistance que vous relâchez progressivement.

Cette technique donne d'excellents résultats dans la mesure où l'on procède le plus lentement et le plus délicatement possible.

On réalise une dizaine de mouvements. Si vous n'obtenez pas de relâchement, recommencez votre examen global à la recherche d'une fixation située ailleurs.

En latérocubitus combiné (figure 6.85)

On demande au patient de glisser sa main distalement sur sa cuisse. Aussitôt la zone de fixation ressentie, faites une induction.

On peut réaliser aussi cette technique en demandant au patient de faire des mouvements de rotation latérale et médiale sur le membre supérieur.

La finalité est toujours de relâcher une zone de tension discale en relation avec un problème radiculaire.

En position assise (figure 6.86)

Le patient est assis sur la table, vous vous situez derrière lui.

Placez les deux paumes contre la partie occipitale du crâne, les coudes posés sur les épaules du patient.

Créez une poussée occipitale vers le haut que vous maintenez quelques secondes, comme si vous vouliez séparer les vertèbres cervicales.

Petit à petit, faites jouer la colonne cervicale en légère latéroflexion, pour mieux focaliser la séparation vertébrale.

Maintenez la poussée jusqu'à ce qu'à ressentir un allègement progressif de la zone disco-corporéale.

Technique

En fin de traction occipitale, lorsque vous sentez la tension du plexus brachial, exercez une dizaine d'étirements-inductions.

À la fin, vous ressentez très nettement un allègement de la tension du plexus brachial. Le patient éprouve un soulagement pendant cette manœuvre.

Important

1. Relâchez très progressivement la traction occipitale quand le traitement est fini, afin d'éviter un petit choc de compression foraminaux de retour.
2. Recommencez le test après le traitement, car souvent une autre zone de tension peut se produire homo ou controlatéralement.
3. Cette technique a aussi un effet sur les troncs vasculaires subclaviers.

Se méfier

Si un patient ressent une paresthésie ou une radiculalgie du membre supérieur en toussant ou en éternuant, irradiant parfois au pied, c'est le signe d'une atteinte radiculaire importante, peut-être médullaire.

Confiez le patient à un neurologue, même si le bilan iconographique est récent.

Techniques neurales

Elles permettent, lors des radiculalgies et des paresthésies, de relâcher les tensions intraneurales des nerfs radial, médian et ulnaire. Nous les avons décrites dans notre livre *Manipulations des nerfs périphériques*, Elsevier-Masson, 2014.

Voici succinctement une description des techniques que nous employons fréquemment.

Nerf radial

Arcade de Fhröse (figure 6.87)

On relâche le nerf radial au niveau de l'arcade de Fhröse, formée par le muscle supinateur qui s'insère sur :

- la crête ulnaire ;
- l'épicondyle latéral de l'humérus ;
- le ligament collatéral radial ;
- le ligament annulaire du radius.

Le nerf radial comporte une partie superficielle et une partie profonde.

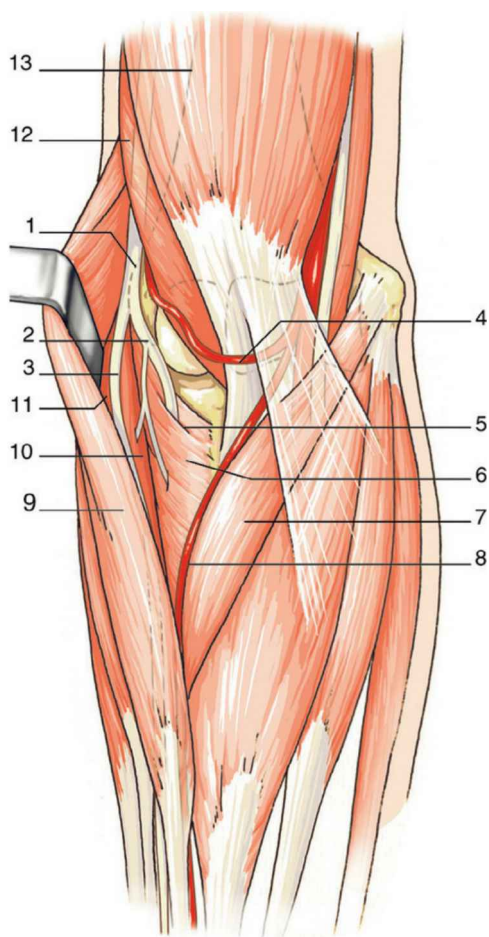


Figure 6.87 Arcade de Fhröse.

(1) Nerf radial. (2) Nerf interosseux postérieur. (3) Nerf sensitif antérieur. (4) Artère récurrente radiale. (5) Arcade de Fhröse. (6) Faisceau superficiel et profond du court supinateur. (7) Rond pronateur (PT). (8) Artère radiale. (9) Long supinateur (BR). (10) Deuxième radial (ECRB). (11) Premier radial (ECRL). (12) Brachial antérieur. (13) Biceps.

Source : Claire Witt-Deguille.

Les fixations se trouvent le plus souvent sur le bord proximal du faisceau superficiel qui s'épaissit à la suite de microtraumatismes, de fractures ou de luxations de la tête radiale.

Rameau profond

Le rameau profond du nerf radial passe dans l'arc tendineux du muscle supinateur, concave distalement.

Il est souvent très sensible à la compression à ce niveau.

Technique

Libérez d'abord l'arcade du supinateur en l'étirant distalement et latéralement. Ensuite, avec un appui très léger, relâchez les tissus entourant immédiatement le nerf et enfin, réalisez un appui-induction extrêmement léger sur le nerf radial lui-même.

Nerf médial (figure 6.88)

C'est à l'avant bras qu'on obtient les meilleurs résultats. Il passe dans une sorte de tunnel composé des muscles fléchisseurs superficiel et profond. Sa compression-induction se fait à la traversée de l'arcade du fléchisseur superficiel.

Du pouce, parcourez l'avant-bras, en comprimant tout le long les fléchisseurs. Là où vous obtenez un réflexe fort de flexion du poignet et de la main, libérez la tension intra-tunnelaire.

Mettez un doigt proximal et l'autre distal de part et d'autre de la zone d'hyperflexie pour créer une tension-relâchement du tunnel. On peut s'aider d'une extension du poignet en posant la face palmaire de la main contre soi.

Effectuez cette technique plusieurs fois, jusqu'à ce que l'hyperflexie s'atténue.



Figure 6.88 Manipulation du nerf médial dans l'avant-bras.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.89 Technique du nerf ulnaire.

Source : Pierre-François Couderc.

Nerf ulnaire

On va le relâcher au niveau de la loge de Guyon. C'est un tunnel ostéofibreux délimité par le pisiforme et le rétinaculum des fléchisseurs.

Le nerf ulnaire est d'autant plus intéressant à relâcher qu'il est anastomosé au nerf médian au niveau du quatrième métacarpe.

Loge de Guyon

Le nerf ulnaire peut-être comprimé dans la loge de Guyon (formée par l'arcade du fléchisseur ulnaire du carpe), le nerf passe entre le pisiforme et le crochet de l'hamatum, sous le ligament piso-hamatum.

Technique (figure 6.89)

On se sert de la loge de Guyon comme zone de fixation du nerf et on réalise une extension du poignet avec une abduction du membre supérieur, associée à une contre-rotation de la tête.

On relâche au préalable la loge de Guyon, en mobilisant le ligament piso-hamatum par des petits mouvements médiolatéraux.

Traitement vasculaire

Nous l'avons souvent dit, en principe, les veines et les plexus veineux, en dehors de leur rôle circulatoire, assurent un rôle de protection de la moelle spinale et du système nerveux. Mais en cas de discopathie, de cervicarthrose, de

cervicalgie et de névralgie cervicobrachiale, les veines sont congestionnées et contribuent à la compression des racines nerveuses et de la moelle spinale.

Comme les veines sont très difficilement reconnaissables à la palpation, nous testons d'abord les poulx des deux artères occipitales au-dessus de l'arche trapézo-scom. Ils sont les témoins d'un problème circulatoire plus ou moins direct de la région occipito-vertébrale. Un poulx faible d'une artère occipitale est souvent aussi le signe d'une compression de sa veine.

De par ses nombreuses anastomoses et affluents, la veine occipitale est le reflet des problèmes veineux du crâne et de la colonne cervicale.

Veine occipitale

Elle est satellite de l'artère homonyme. Elle naît de la partie postérieure de la tête et de la partie crâniale de la nuque.

Elle reçoit les veines émissaires mastoïdiennes venant du sinus latéral.

Elle présente de nombreuses anastomoses avec les veines vertébrales rachidiennes et le confluent veineux du foramen occipital.

Elle se jette dans la jugulaire externe, étendue de l'oreille à la clavicule.

Arche trapézo-scom (figure 6.90)

Nous l'avons déjà décrite dans notre précédent ouvrage *Nouvelle approche manipulative de la colonne cervicale*, nous vous livrons un nouveau test et un nouveau traitement.

Cette arche fasciale relie les extrémités crânielles des muscles trapèze et sterno-cléido-occipito-mastoïdien (SCOM).

Fait intéressant, elle échange des fibres avec le muscle auriculaire postérieur qui met en tension latérale l'arche trapézo-scom. Cette tension permet d'éviter la compression de l'artère, de la veine occipitale et du nerf grand occipital dit nerf d'Arnold.

Test en procubitus (figure 6.91)

Le patient est allongé sur le ventre, le front sur les mains.

De vos index et majeurs, étirez les deux pavillons de l'oreille latéralement et légèrement ventralement, pour mettre en tension le muscle auriculaire postérieur et l'arche trapézo-scom. C'est du côté où vous sentez une résistance plus forte que se situe le problème.

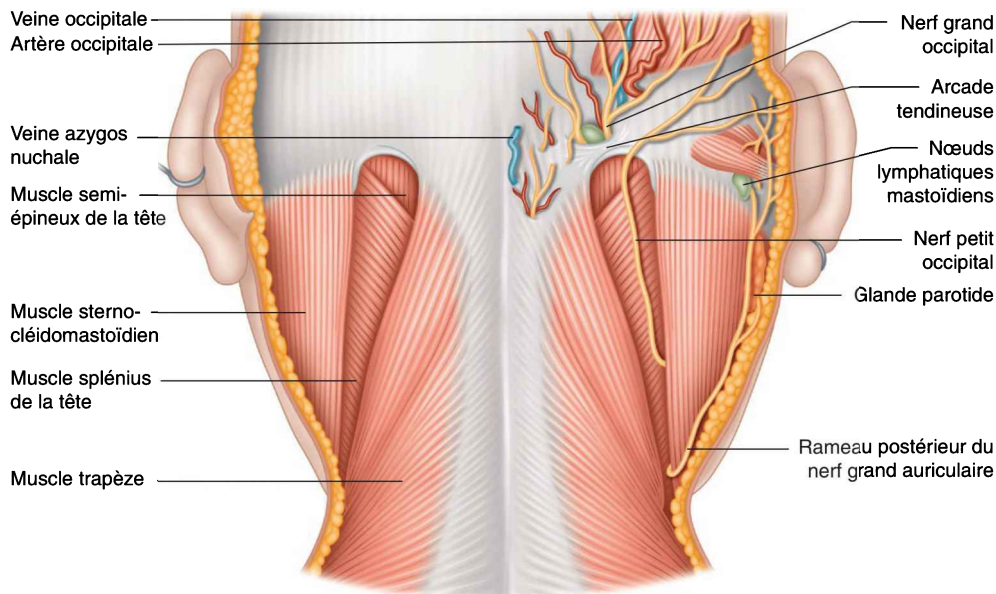


Figure 6.90 Arche trapézo-scom.

Source : Éléonore Lamoglia.



Figure 6.91 Test de l'arc trapézo-scom en procubitus.

Source : Pierre-François Couderc.



Figure 6.92 Technique de l'arc trapézo-scom en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

Prise du pouls de l'artère occipitale

On ressent le pouls au tiers médial de l'arcade trapézo-scom. Profitez-en pour tester le grand nerf occipital, le plus souvent situé médialement.

C'est un petit filet induré de 1 à 2 mm environ, très concerné dans les céphalalgies d'origine mécanique.

Libération de l'arcade trapézo-scom en latérocubitus (figure 6.92)

De l'index et du majeur d'une main, étirez les pavillons de l'oreille latéralement et ventralement. Du pouce de l'autre main, amenez, sans trop la comprimer, l'arcade trapézo-scom médialement. On pratique cette technique des deux côtés.

C'est le relâchement de l'arc trapézo-scom qui permet de libérer les contraintes vasculaires et neurales.

Veines rachidiennes et périrachidiennes Anatomie utile

Le plus souvent, elles sont constituées en riches plexus. En plus de leur rôle circulatoire, elles permettent en se vidant d'assurer l'expansion systolique de la moelle spinale et la circulation du liquide céphalorachidien.

On distingue les veines du foramen magnum, intrarachidiennes, foraminales, corporéodiscales, spinales et extrarachidiennes :

- les plexus du foramen magnum : ils constituent la partie crâniale des veines rachidiennes. Les veines sont larges et distribuées en couronne. Les plexus ont des anastomoses avec les veines condyliques, la jugulaire dorsale, l'occipitale et les émissaires mastoïdiennes ;
- les veines intrarachidiennes : ce sont quatre veines longitudinales partant du foramen magnum pour atteindre la base du coccyx. Elles sont reliées entre elles par de très nombreuses anastomoses plexiformes. Elles entourent les corps vertébraux et les disques ;
- les plexus foraminaux : ils sont constitués de branches volumineuses issues des veines intrarachidiennes. Ils rejoignent les veines extrarachidiennes, dont la veine vertébrale. Ils protègent les racines et les nerfs rachidiens, par contre leur stase peut être un facteur de compression neurale ;
- les veines corporéales : elles circulent dans un système de canaux rappelant celui des veines diploïques. Nous pensons qu'elles assurent l'hydratation discale. Très curieusement, la littérature médicale évoque toujours l'hydratation discale sans en donner l'origine exacte ;
- Les veines spinales : c'est un système périmédullaire rejoignant les foramens intervertébraux et se jetant dans les veines extrarachidiennes ;
- les veines extrarachidiennes : elles se distribuent en un riche plexus veineux où aboutissent des veinules venant :
 - des muscles paravertébraux,
 - des téguments,

- des processus épineux,
- des lames,
- des processus transverses.

En conclusion

Pour que le système veineux disco-corporéal joue pleinement son rôle d'hydratation discale et de protecteur neuromédullaire, il faut que les circulations veineuses intra et extrarachidiennes et celles de tout le corps assurent correctement leurs fonctions.

Une stase veineuse hépatique ou rectosigmoïdienne, par exemple, peut perturber l'hydratation discale.

Veine jugulaire interne (figure 6.93)

C'est surtout son abouchement dans le tronc brachiocéphalique qui nous intéresse.

Origine

Au niveau du foramen jugulaire, où elle fait suite au sinus latéral. Elle fournit le sang veineux des sinus crâniens.

Direction

Elle suit l'artère carotide commune à sa partie dorsale. Elle reçoit le tronc veineux linguofacial, les veines thyroïdiennes supérieures, pharyngiennes et thyroïdiennes moyennes.

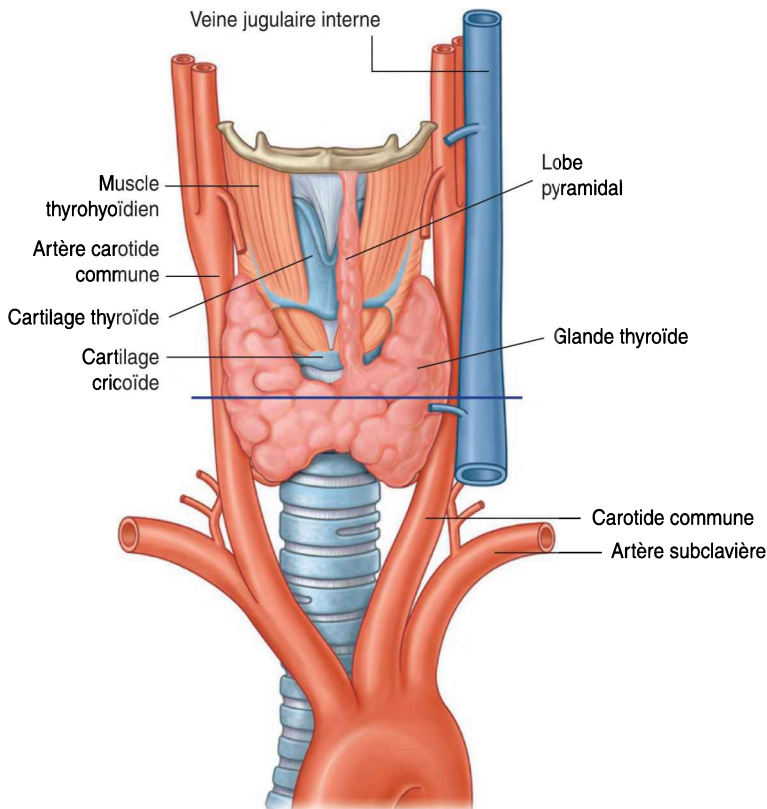


Figure 6.93 Veine jugulaire interne.

Source : extrait de Gray's Anatomie pour les étudiants/3^{ème} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, fig. 8.174. Copyright 2015 avec l'autorisation d'Elsevier.

Terminaison

Le tronc brachiocéphalique où elle est munie d'une valve. Sa terminaison se fait au niveau de l'angle veineux du cou, zone stratégique des manipulations veineuses du cou.

Veine jugulaire externe (5–6 mm ; figure 6.94)

Elle s'étend de la partie postérieure du pavillon de l'oreille à la clavicule.

Origine

Le col du condyle, c'est la réunion en avant des veines temporale superficielle et maxillaire interne et en arrière des veines occipitale et auriculaire postérieure.

Trajet

Elle croise la face latérale du sterno-cleido-occipito-mastoïdien.

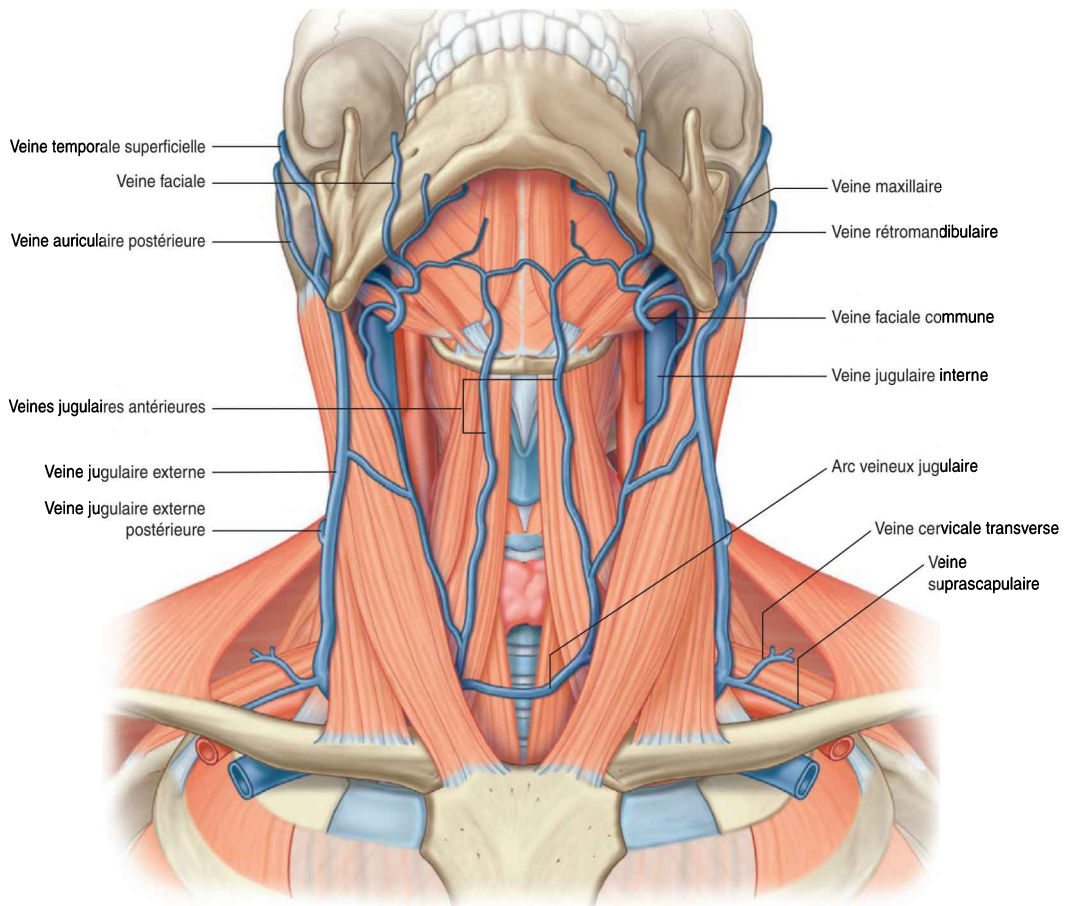


Figure 6.94 Veine jugulaire externe.

Source : extrait de Gray's Anatomie pour les étudiants/3^{ème} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, fig. 8.160. Copyright 2015 avec l'autorisation d'Elsevier.

Terminaison

Elle s'ouvre dans la veine subclavière à 1 cm environ du bord latéral du SCOM et de la terminaison de la veine jugulaire interne, dans l'angle veineux de Pyrogoff. Elle perfore les aponévroses cervicales superficielle, moyenne et prétrachéale, à un travers de doigt au-dessus de la clavicule, en dessous de l'omohyoïdien. Parfois, elle se jette directement dans les troncs brachiocéphaliques.

Branches collatérales

- Les veines auriculaires postérieures.
- Les veines occipitales.
- Les veines scapulaires postérieures.

Anastomoses

- Les veines émissaires de Santorini.
- Les veines rachidiennes et vertébrales.
- La veine jugulaire interne (communicante intraparotidienne).
- La veine jugulaire antérieure.

Veine jugulaire dorsale

Origine

Entre occiput et C1, elle est située entre les plans profonds de la nuque.

Elle reçoit les veines du confluent veineux occipitovertébral, unissant les plexus intrarachidiens aux grosses veines musculaires de la nuque.

Anastomoses

Elle reçoit du sang veineux :

- de la jugulaire interne ;
- des veines vertébrales, au niveau de chaque foramen intervertébral ;
- des plexus intrarachidiens.

Terminaison

La veine subclavière ou le confluent jugulosubclavier avec la veine vertébrale.

Veine vertébrale

C'est une veine qui joue un rôle considérable, peu prise en compte par rapport à l'artère vertébrale. Voici ses principales fonctions :

- elle protège l'artère vertébrale en se situant à sa partie latérale ;
- elle draine tout le sang des plexus intrarachidiens qui entourent les corps vertébraux et les disques.

Ces plexus, quand ils se vident, permettent l'expansion systolique de la moelle spinale et favorisent la circulation du liquide céphalorachidien.

Elle est donc en relation avec les veines intrarachidiennes et les sinus veineux crâniens.

Origine

Elle naît de l'extrémité crâniale des plexus intrarachidiens, en dessous du foramen magnum. À ce niveau, elle reçoit le sang veineux du confluent occipitovertébral relié aux sinus veineux du crâne.

Elle reçoit des anastomoses venant :

- des veines condylaires ;
- de la jugulaire dorsale ;
- de la veine occipitale ;
- des émissaires mastoïdiennes.

Direction

Elle traverse les foramens transversaires, postérolatéralement à l'artère vertébrale. Le canal transversaire est formé par la superposition des foramens transverses et des ligaments qui les relient, c'est un canal ostéofibreux. À sa partie crâniale, la veine suit les courbures de l'artère vertébrale et ensuite, plus caudalement, elle a une direction verticale caudale.

Terminaison

Au sortir du foramen intertransversaire de C6 ou C7, elle débouche à la partie postérieure du tronc brachio-céphalique, parfois directement dans la veine subclavière, à 1 cm environ en arrière du SCOM, ou plus rarement directement dans l'angle veineux du cou.

En arrière de la clavicule, elle possède une valve inconstante.

Elle se trouve toujours en arrière de la veine jugulaire interne.

Angle veineux du cou (figure 6.94)

Cet angle est la zone « cible » qu'il faut atteindre pour drainer les veines du cou et de la colonne cervicale. Cette zone « clef » circulatoire voit se rejoindre les veines jugulaires interne, externe, antérieure et vertébrale, le canal thoracique (à gauche) et la grande veine lymphatique à droite.

Ces vaisseaux sont maintenus béants grâce au système aponévrotique local et au muscle omohyoïdien, béance encore plus marquée pendant l'inspiration.

C'est pour cette raison que toute atteinte intra ou extra-thoracique de l'épaule ou de la clavicule peut avoir une influence circulatoire veineuse et lymphatique aux niveaux crânien et vertébral.

Manipulation veineuse

L'angle veineux du cou est aussi appelé « confluent veineux de Pyrogoff ».

Il existe quelques variations à l'aboutissement des veines dans l'angle veineux, parfois elles se jettent directement dans la veine subclavière, parfois dans le tronc brachiocéphalique et plus rarement dans la veine cave supérieure.

Finalement, peu importe les variations des aboutissements veineux, car nos doigts vont chercher à ce niveau la plus forte résistance fasciale.

Il existe souvent un repli falciforme du *fascia* prétrachéal entourant l'angle veineux, il est abondamment fourni en mécanorécepteurs.

À ce niveau, on trouve :

- la jugulaire interne ;
- la jugulaire dorsale (ou postérieure) ;
- la jugulaire externe ;
- la jugulaire ventrale (ou antérieure) ;
- le conduit thoracique à gauche.

En latérocubitus

Technique (figure 6.95)

Le patient repose sur le côté opposé à traiter, vous vous situez derrière lui.

Placez une main contre son épaule pour l'amener d'abord ventralement et ensuite seulement crânialement. Cet ordre est important à respecter.



Figure 6.95 Technique angle veineux en latérocubitus.
Source : Pierre-François Couderc.

Positionnez l'index et le majeur de l'autre main en arrière de la clavicule, à environ deux travers de doigt de l'articulation sternoclaviculaire.

Important

Vos doigts restent presque immobiles pour éviter toute douleur, c'est la partie rétroclaviculaire qui se dirige vers eux.

Cherchez la zone faciale qui offre le plus de résistance contre vos doigts. Évitez les tendons musculaires du SCOM, on peut passer soit entre ses attaches sternale et claviculaire, soit sous la partie latérale de l'attache claviculaire.

La technique se réalise en poussée-induction.

Intérêt de la manipulation de l'angle veineux

Comme nous l'avons vu, le système veineux du cou et de la nuque est émaillé d'innombrables anastomoses mettant en relation, plus ou moins directement, le crâne, la colonne cervicale et l'angle veineux du cou.

La manipulation de l'angle veineux du cou permet d'avoir un effet sur la circulation veineuse crânienne intra et extracanalair cervicale et sur les disques intervertébraux.

Veine vertébrale

En position assise (figure 6.96)

Vous vous situez derrière le patient. C'est la même position que celle utilisée pour la manipulation du disque et de l'artère vertébrale, avec quelques nuances.

Placez les deux paumes sur la partie occipitale du crâne, les pouces en arrière des oreilles, les coudes reposant sur les épaules du patient.

Créez une traction crâniale assez forte que vous maintenez pendant l'inspiration pour augmenter la pression négative intraveineuse. Votre appui occipital ne doit pas créer d'inconfort.

Demandez au patient d'étirer progressivement ses membres supérieurs le plus distalement possible, tout en maintenant la traction occipitale.

La colonne cervicale toujours en traction crâniale, effectuez quelques rotations.

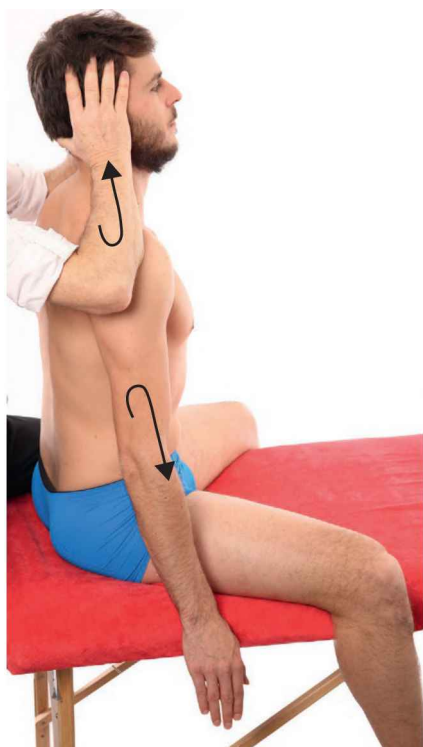


Figure 6.96 Manipulation des veines vertébrales.

Source : Pierre-François Couderc.

Remarque

Cette manœuvre n'est pas spécifique aux veines vertébrales, elle a aussi un effet sur les artères vertébrales et les plexus brachiaux. L'inspiration crée une pression négative thoracique qui se propage le long des veines reliant le thorax au crâne.

En latérocubitus simple

On effectue cette technique bilatéralement. Le patient repose d'abord sur le côté opposé à traiter, vous vous situez en arrière.

Placez la paume d'une main contre l'occiput et la mastoïde, le pouce en arrière de l'oreille, pour créer une traction en direction crâniale.

Mettez deux ou trois doigts de l'autre main sous la colonne cervicale à sa partie plus caudale, au niveau des processus transverses, pour mettre en convexité la partie de la colonne cervicale qu'on veut étirer.



Figure 6.97 Relâchement de la colonne cervicale en quadrupédie.

Source : Pierre-François Couderc.

La paume et les doigts agissent de concert pour optimiser l'effet de traction. À la fin du mouvement, au maximum d'étirement, continuez en induction.

Conseils

- Boire : nous conseillons aux patients de boire souvent et peu. Une grande quantité d'eau bue en une seule fois est éliminée rapidement par l'estomac, le reste gagnant la vessie. Nous aimons dire aux patients « la pluie d'un orage ne pénètre pas la terre, seule la pluie fine le fait ». Le fait de boire permet à l'organisme de se débarrasser de l'acide lactique et urique, facteurs de crampes et de spasmes musculaires.
- Porter une minerve : dans les fortes crises, elle soulage le patient. Attention, elle doit être légère et bien positionnée pour mettre la colonne cervicale en position neutre.

Positions à conseiller

Quadrupédique (figure 6.97)

Le patient repose sur les mains et les genoux, le front posé sur le sol.

On lui demande de mobiliser progressivement son corps vers l'avant pour augmenter la flexion cervicale, ce qui ouvre les orifices foraminaux.

Si cet exercice relâche la douleur, on lui conseille de le répéter plusieurs fois par jour.

Procubitus, en bout de table

Le patient se met à plat ventre sur le lit, la tête dépassant du lit, pendue dans le vide. Si cette position est indolore, on lui conseille de rester une trentaine de secondes ainsi plusieurs fois par jour.

Colonne thoracique

Cette partie est extrêmement courte en raison de la très faible fréquence et de la gravité des hernies discales de la colonne thoracique.

Caractéristiques de la hernie discale thoracique

- Présence de la moelle spinale : à la différence de la colonne lombaire, la hernie peut comprimer la moelle spinale et provoquer une paralysie.
- Étroitesse du canal vertébral : le canal vertébral thoracique est très étroit, surtout au niveau des huitième et neuvième vertèbres thoraciques.

Signes cliniques

- Douleur exagérée par l'inspiration profonde, la toux et les efforts.
- Douleur thoracique aigüe accompagnée de fourmillements dans l'ensemble du tronc.

- Névralgie intercostale unie ou bilatérale.
- Sudation au niveau des espaces intercostaux concernés.
- Atteinte motrice et sensitive des pieds, plus rarement des jambes.
- Irradiation dans les parties génitales.
- Altération de la miction et de la défécation.

Au niveau ostéopathique

Nous voyons ces patients quand la sanction chirurgicale n'est pas indiquée ou très risquée. C'est surtout par l'intermédiaire des articulations costovertébrales qu'on intervient. Les ligaments radiés échangent des fibres avec les disques intervertébraux. (figure 6.98).

Technique en latérocubitus (figure 6.99)

Le patient repose du côté opposé à traiter. Vous vous situez face à lui.

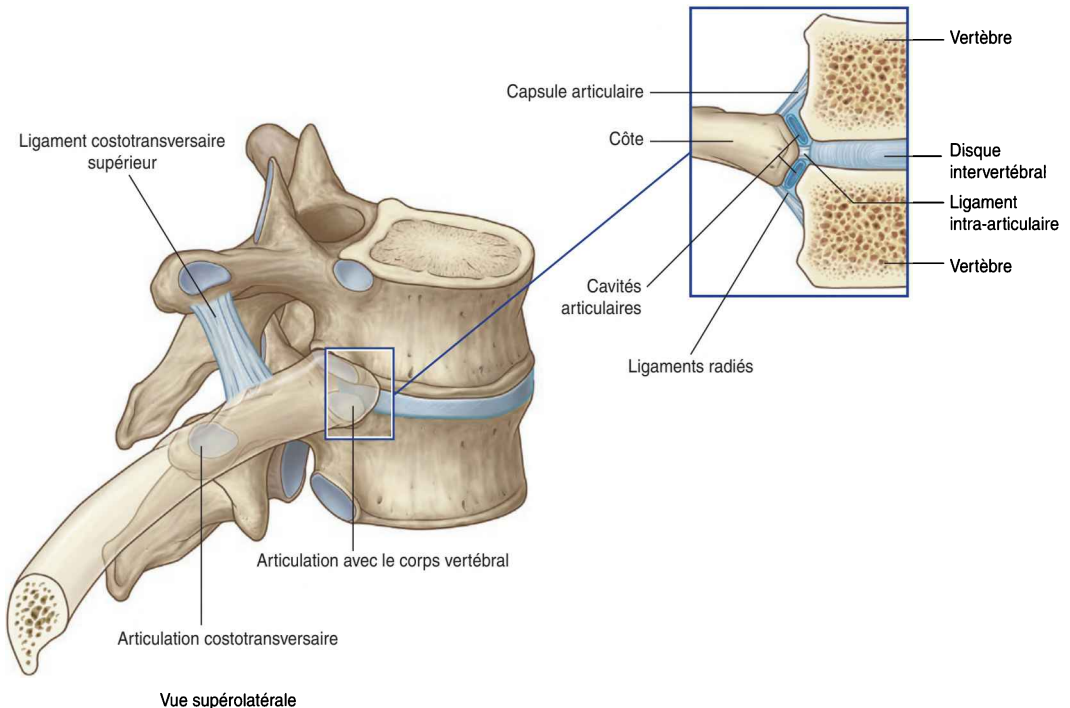


Figure 6.98 Ligaments radiés.

Source : extrait de Gray's Anatomie pour les étudiants/3^{ème} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, fig. 3.24. Copyright 2015 avec l'autorisation d'Elsevier.



Figure 6.99 Technique discale thoracique en latérocubitus.

Source : Pierre-François Couderc.

Placez un pouce à environ un doigt du processus épineux où se focalise la douleur, contre la tête de côte.

D'une main, attirez l'épaule du patient en direction de votre pouce.

Appuyez votre thorax sur les côtés du patient jusqu'à ressentir une tension s'exercer sous votre pouce.

La tête de côte se trouve au sommet d'un triangle formé de votre pouce, de l'épaule du patient et de la tête de côte. Agissez simultanément sur ces trois paramètres pour antérioriser doucement en compression-induction la tête de côte. Cette dernière va relâcher la pression discale.

Attention, en aucun cas la manœuvre ne doit provoquer de douleur.

Technique de décompression (figure 6.100)

Le patient se tient debout contre vous, son thorax reposant sur le vôtre. Prenez garde d'avoir un bon appui au sol pour réaliser cette technique.

Placez vos pouces et vos éminences thénars contre son occiput et ses processus mastoïdes et soulevez-les crânialement.

Amenez progressivement le patient en arrière pour augmenter la traction occipitovertébrale. De votre thorax, poussez ventralement en induction le segment costovertébral tendu. C'est l'induction



Figure 6.100 Technique discale thoracique de décompression.

Source : Pierre-François Couderc.

qui change tout, exercez votre poussée thoracique sans suivre l'écoute peut augmenter le conflit disco-radulaire.

Au préalable, apprenez au patient à se laisser aller pour éviter un réflexe de défense.

Position antalgique

Elle permet parfois une diminution des fortes douleurs. On demande toujours au patient de se mettre doucement et progressivement en position

Effectuez cette manœuvre de décompression une dizaine de fois. Il est important quand la technique est terminée de relâcher progressivement votre traction occipitale et votre appui dorsal.

Chapitre 7

Conduite du traitement et conseils

Principes généraux du traitement

Plusieurs principes guident le processus thérapeutique. Il faut traiter, si possible, la structure avant la fonction, concept très cher à Andrew Taylor Still (le rétablissement de la fonction participera au processus de guérison de la structure).

La douleur inhibe les processus de guérison spontanée (action locorégionale). Elle bloque la prise de masse musculaire et participe à des stratégies de coordination altérées. La peur de la douleur et les croyances du patient (et de certains thérapeutes) sur les causes de la douleur et la gravité potentielle du problème limitent la guérison (inhibition corticale et thalamique de l'organisation de la cicatrisation). Elles augmentent le stress oxydatif du patient qui engendre lui-même d'autres phénomènes locaux et généraux qui limitent la régénération tissulaire et accroissent la douleur.

Traiter la structure

Les techniques manuelles (application d'une force volumique) sur une structure biologique peuvent permettre la restitution d'un jeu articulaire et de glissements inter-aponévrotiques normaux et la réduction des tensions tissulaires (fibres musculaires, fibres du tissu conjonctif). Nous obtenons aussi des résultats sur la vascularisation des tissus.

Diminuer la douleur

La douleur bloque localement les phénomènes de régénération tissulaire. Tous les moyens sont

utiles pour lutter contre elle. Si les techniques physiques (chaud ou froid, massages, étirements, manipulations, gainage, etc.) ne sont pas assez efficaces, l'utilisation des techniques mentales (relaxation, sophrologie, hypnose, etc.) sont à rechercher dans un deuxième temps. Bien sûr, les antalgiques per os sont à prescrire dès le début douloureux. Il ne faut pas laisser s'installer les douleurs.

Les ceintures lombaires, les colliers cervicaux et les corsets thermomoulés peuvent être utiles dans la prise en charge antalgique initiale. Dans le cadre d'un corset, nous proposons au patient un suivi hebdomadaire avec un kinésithérapeute afin de réaliser des exercices de mobilisation, de gainage et de coordination simple, afin de limiter les effets secondaires liés à l'immobilisation prolongée.

Stimuler la régénération des tissus

Pour augmenter la régénération tissulaire, il est nécessaire de stimuler mécaniquement les tissus et de les mettre en contrainte pour augmenter l'anabolisme et l'hypermétabolisme locale.

Il existe en effet une transduction du signal mécanique chimique, avec une action sur la transcription des gènes qui codent la synthèse des protéines constituant la matrice extracellulaire. Il faut trouver des stimuli mécaniques infra-douloureux afin de ne pas bloquer le processus de guérison. Les mouvements de type balistique avec des poids légers ou des mouvements pendulaires à vide sont parfaits pour cette étape. Le gainage a lui aussi une place privilégiée dans ce protocole.

Favoriser la reconstruction tissulaire

Bien dormir

Pour reconstituer des tissus lésés, le plus important est la période de sommeil pendant laquelle les tissus cicatrisent. Il n'y a pas de processus de cicatrisation pendant les phases de veille ou les siestes. Il est donc important de se coucher tôt et de bien dormir (si possible).

Le premier sommeil est certainement le plus efficace, c'est pendant cette période que le corps se repose et se reconstitue le plus.

Contrôler son alimentation

Tissus adipeux

Ils appartiennent à la famille des tissus conjonctifs. Ils ont un rôle de stockage de l'énergie, de protection thermique et de protection mécanique. D'un point de vue biologique, ce sont des tissus essentiels à la survie. Les tissus musculaires peuvent se transformer en tissus gras, mais pas l'inverse !

Les tissus adipeux peuvent également influencer et communiquer avec des organes à travers la production d'hormones ou d'adipokines. Elles peuvent être pro ou anti-inflammatoires. L'excès de graisse entraîne une production excessive d'adipokines pro-inflammatoires qui n'est pas contrebalancée par les adipokines anti-inflammatoires. Les graisses péri-abdominales sont les plus néfastes pour la santé. Ces hormones provoquent un syndrome inflammatoire biologique lié à une augmentation du CRP sanguin. Il est corrélé à une augmentation du risque de complications métaboliques et cardiovasculaires (plaques d'athéromes et infarctus du myocarde).

Régime méditerranéen

Beaucoup d'études ont démontré le rôle de l'alimentation dans la survenue des maladies cardiovasculaires et neuro-dégénératives et de certains cancers. Le problème des études épidémiologiques est de pouvoir prouver un lien de causalité entre un type d'aliment et un risque particulier. Il faut donc suivre énormément de patients pendant très longtemps pour avoir une idée du risque estimé.

Le régime méditerranéen (riche en poissons, légumes, légumineuses, céréales, fruits et huile d'olive, pauvre en viandes rouges et salaisons) a fait preuve de son efficacité. Il a permis de définir des aliments pro-inflammatoires et des aliments anti-inflammatoires. Il n'existe aucun rapport avec les adipokines circulantes provenant des tissus gras. Il est en rapport uniquement avec le bon cholestérol circulant (HDL).

Les particules d'HDL contribuent à maintenir l'équilibre en cholestérol autour des parois artérielles en limitant les réponses inflammatoires induites par les macrophages saturés en cholestérol. Les particules d'HDL possèdent aussi des propriétés antioxydantes et vasodilatatrices. Elles nous protègent des maladies cardiovasculaires.

Le régime méditerranéen favorise le bon cholestérol circulant. Les régimes riches en salaisons, en viandes rouges et en boissons sucrées ne favorisent pas le bon cholestérol. Concernant l'importance du cholestérol total dans l'évaluation du risque cardiovasculaire, il existe encore de nombreux points d'interrogation.

Lutter contre le surpoids

Les derniers disques lombaires sont plus soumis aux contraintes de poids que le rachis cervical. La masse de la partie supérieure du corps exerce une force verticale sur les derniers disques lombaires. Plus cette masse est élevée, plus la force est grande. Nous sommes programmés génétiquement pour avoir des rapports de masse équilibrés entre chaque segment.

La sédentarité avec la perte des muscles stabilisateurs du tronc et l'augmentation de la masse du tronc ajoutent des contraintes mécaniques.

La masse totale du corps et le BMI (*body mass index*) sont des indicateurs de santé pour un individu. Il est important aussi d'estimer le pourcentage de masse grasse du corps par rapport à la masse totale. La mesure des plis cutanés est une très bonne méthode d'estimation de la masse grasse d'un individu.

L'objectif ici n'est plus de perdre du poids mais de diminuer le BMI, les plis cutanés et le tour de taille. Le patient peut très bien perdre du poids et en réalité perdre plus de muscle que de graisse. Le résultat final est catastrophique, alors que le

patient croit avoir maigri de façon positive. Il faut donc privilégier la prise de masse musculaire, la diminution de la masse grasseuse et la stabilité des paramètres, une fois l'objectif atteint.

Nous retrouvons ici aussi l'importance des activités physiques pour la prise de masse musculaire globale et plus spécifiquement sur les muscles du tronc et des membres inférieurs, afin d'augmenter la stabilité du complexe lombopelvien. Les activités physiques ne font pas perdre de la masse grasseuse, à l'inverse du régime hypocalorique. L'activité physique régulière permet une stabilisation du ratio masse maigre/masse grasse.

Hydratation

Les positions statiques verticales (assis, piétinement) diminuent l'état d'hydratation du disque et empêchent ainsi les capacités de déformation et la bonne répartition des charges mécaniques à travers le disque. Il est fondamental d'associer dans la prise en charge des discopathies des conseils sur l'hydratation. Attention, il ne faut pas confondre hyperhydratation et hydratation régulière. Le patient doit s'hydrater régulièrement, surtout s'il reste assis toute la journée devant son bureau.

Le mieux et le plus simple est de boire de l'eau dans une bouteille que l'on garde à côté de soi.

Soif

La soif correspond à un état de déshydratation. Il n'est pas donc pas conseillé d'attendre d'avoir soif pour boire. Il est préférable de boire toutes les heures de petites quantités d'eau. Cela dépend aussi de la température et de l'humidité.

Boire souvent et peu nous paraît être le plus efficace.

Alcool, thé et café

Il faut se méfier de l'alcool et du thé qui déshydratent en réalité. Le thé contient des antioxydants et des neurotoniques, mais il a un effet diurétique et bloque l'absorption du fer s'il est bu pendant les repas.

Il est préférable de limiter sa consommation d'alcool ou de ne pas en boire du tout. Le vin rouge peut être bénéfique pour la santé car il

contient des polyphénols mais on peut en retrouver dans d'autres aliments (raisins, etc.).

Le café, sans abus, a un effet positif sur la santé grâce aux antioxydants et au neurotoniques qu'il contient. Il provoque néanmoins des difficultés d'endormissement s'il est bu trois heures avant le coucher, mais pas s'il est bu juste avant de se coucher! Méfions-nous surtout du café bu en milieu d'après-midi, il a tendance à réveiller les personnes en milieu de nuit.

Apporter des nutriments optimaux

Avoir des apports suffisants en sucre, en calcium, en phosphore, en vitamines C et D, en protéines, en magnésium, en cuivre et en silicium est très important.

Il est aussi recommandé d'avoir des apports suffisants en protéines pour une prise de masse musculaire optimale (sinon, les exercices physiques seraient contre-productifs, avec une perte de la masse musculaire par autophagie). Contrairement aux idées reçues, ce sont les exercices d'endurance qui nécessitent le plus d'apport en protéines.

Note clinique : Vitamine C

Quelques publications établissent le lien entre les apports en vitamine C et la santé discale (Greenwood, 1964; Smith, 2010). La vitamine C (acide ascorbique) est essentielle à la synthèse du collagène et agit également comme antioxydant dans le disque intervertébral. À ce titre elle est impliquée dans les phénomènes de cicatrisation discale (Chothé et al., 2013).

En pratique, il importe surtout de détecter les patients qui en manquent. Il n'existe ni synthèse ni stockage de la vitamine C dans l'organisme humain. De ce fait, de nombreux patients sont en déplétion, sans que l'on puisse pour autant parler de carence véritable, celle-ci se manifestant par le scorbut.

L'état gingivo-dentaire est un très bon témoin du pool disponible en Vitamine C (Pussinen, Laatikainen, Alfthan, Asikainen, & Jousilahti, 2003). Des dents qui se déchaussent, qui bougent, un parodonte hypotrophique et hypoplasique, des gencives qui saignent ou une pyorrhée alvéolo-dentaire sont de bons indicateurs d'un manque de vitamine.

Lorsque de tels patients sont porteurs de discopathie, nous leur conseillons de surveiller particulièrement leurs apports en vitamine C naturelle (les vitamines de synthèse ne sont pas aussi efficaces et peuvent même être toxiques à haute dose). En consommant simplement, par exemple, le jus d'une orange fraîchement pressée et un kiwi par jour, les besoins journaliers sont satisfaits. Cette recommandation est particulièrement importante chez les fumeurs qui sont systématiquement en déficit de vitamine C. L'hypovitaminose C peut sans doute être un paramètre de plus pour comprendre les liens entre rachialgie et tabagisme.

La consommation excessive d'alcool, le diabète, l'âge, les régimes alimentaires volontairement restrictifs sont aussi de grandes causes répertoriées d'hypovitaminose C.

Lutter contre les peurs et les croyances du patient

Après avoir vaincu les douleurs, les prochains ennemis à éliminer sont la peur que la douleur revienne et les croyances qui gravitent autour de la pathologie du patient. Il est plus aisé de convaincre un patient après avoir balayé la douleur et d'expliquer ensuite le protocole : le patient vous fait confiance. Il est normal (dans le sens statistique) que l'ensemble de la population présente des rachialgies. Il faut dédramatiser les pathologies d'origines mécaniques qui sont simples à comprendre et à traiter.

Il est bon d'expliquer simplement au patient les problèmes, en prenant des exemples concrets. Attention aux mots utilisés, un patient qui souffre interprète souvent ce qu'on lui dit et a tendance à retenir ce qui est négatif. Les nocicepteurs qui sont activés au niveau central contribuent à rendre le patient pessimiste.

Conseils généraux

D'un point de vue anthropologique ou biomécanique, l'homme n'était pas fait initialement pour porter ou bien pour marcher ou courir. Il était programmé, au début, pour grimper aux arbres et marcher sur quelques mètres, comme les autres grands primates. Il s'est bien adapté pour la marche et la

course à pied, avec une modification des axes du fémur, une lordose lombaire et une trochlée fémorale évitant la luxation de la rotule. Les mains se sont transformées en pieds, permettant l'équilibre et la propulsion. L'homme a réussi son pari de se lever et de marcher (Tardieu, 2012). Nous pouvons maintenant marcher plusieurs heures et courir environ 20 km par jour selon notre préparation.

En revanche, pour le dos, le pari est moins réussi, étant donné que la plupart des humains souffrent de rachialgies diverses. Le rapport de l'OMS de 2003 annonçait déjà que le mal de dos était le mal du siècle. Il est directement relié au surpoids, à la sédentarité, à la vie assise (dans les transports, au bureau, devant l'ordinateur ou la télévision), à la diminution de la qualité et de la quantité de sommeil, à l'augmentation du stress et à la dégradation des rapports sociaux. Il faudra aussi indiquer au patient qu'il est indispensable d'arrêter la consommation de tabac et de maîtriser celle d'alcool.

Notre rôle, en tant qu'ostéopathes, est de délivrer des soins et des conseils afin d'améliorer la qualité de vie de nos patients. Il ne faut pas être trop axé sur les plaintes des patients, tout en les respectant. Il est nécessaire d'avoir une vision plus large et ne pas se laisser enfermer dans l'évocation des symptômes.

Conseils ergonomiques

Mettre des plantes vertes, des fleurs, une ambiance sonore, une lumière adaptée participent aux bonnes conditions de travail. Les relations sociales au travail sont très importantes, elles aussi, car nous passons environ un tiers de notre vie d'adulte à travailler.

Éviter les positions statiques prolongées

De manière générale, nous privilégions le travail debout avec l'utilisation d'un bureau debout afin de garantir la lordose physiologique lombaire et la lordose cervicale.

Nous conseillons de ne pas rester dans la même position pendant plus d'une heure (surtout la position assise). En effet, nous observons un fluage des structures tissulaires, une déshydratation des tissus conjonctifs et une anomalie des mécanorécepteurs avec diminution du contrôle

moteur. Il en résulte une augmentation du risque de blessure pour le rachis. Nous conseillons donc de bouger quelques minutes entre chaque plage assise ou de piétinement.

Apprendre les bons gestes

Pour le rachis, les paramètres les plus importants sont le nombre de cycles de répétition, la charge maximale, le temps passé en flexion du tronc et le repos entre chaque activité. Nous ne sommes pas faits pour porter naturellement des charges lourdes. Nous avons besoins d'outils pour le levage ou bien nous levons la charge à plusieurs. La plupart du temps, nous nous faisons mal tout seul. Les muscles sont parfois bien adaptés à la charge, mais ce sont les vertèbres qui se cassent les premières (fracture du plateau cartilagineux). Le bon geste implique de pas porter un objet lourd tout seul.

Travail mental (cognitif)

L'apport des neurosciences a été fondamental dans la compréhension et dans le développement des techniques mentales dans le domaine de la santé (Zinn, 1985).

Le travail mental a toujours été utilisé dans les traditions guerrières de chaque civilisation. Le travail de la respiration et de la relaxation pendant les mouvements permet de diminuer les cocontractions et les mouvements parasites. Il permet également un meilleur contrôle de la douleur. Le travail de la méditation et de la concentration diminue le stress et le vagabondage de l'esprit. Il permet aussi de prendre de la distance avec les événements et d'être plus serein (augmentation de la sérotonine dans le sang).

Nous conseillons à nos patients des techniques de relaxation avant de se coucher pour diminuer le stress et les contractures musculaires accumulés pendant la journée. Les exercices de méditation sont plutôt conseillés le matin avant le petit déjeuner, pendant cinq à dix minutes pour bien préparer sa journée.

Se scanner

Nous pouvons aussi prendre l'habitude de nous «scanner» afin de détecter des tensions muscu-

lares, viscérales ou bien émotionnelles et de les relâcher mentalement par la respiration. Nous pouvons réaliser cet exercice plusieurs fois par jour et, avec de l'entraînement, réussir à faire disparaître rapidement une grande partie des tensions. Nous le conseillons aussi avant une séance d'étirement, le travail de relaxation permet déjà de détendre les muscles et de les rendre plus efficaces.

Se revaloriser

L'intérêt de la médecine de prévention avec les conseils d'ergonomie, de nutrition et d'activité physique prend une place de plus en plus importante dans l'idée générale du soin. Il est préférable de prendre soin de soi et de donner une image positive de soi à nous-même et aux autres.

Les lombosciatalgies sont souvent des blessures narcissiques. L'homme qui est bloqué longtemps penché en avant perd de sa superbe. Cette image le poursuit, il est important de l'aider à se revaloriser.

Activités recommandées

La prise en charge thérapeutique des pathologies discales comprend différentes étapes hiérarchisées. Elle est nominative, sur mesure, adressée directement au patient pour renforcer sa motivation et pour lui signifier que les thérapeutes ne sont qu'une aide à sa guérison. La guérison discale est possible partiellement. Elle prend du temps, entre huit mois et trois ans.

Première étape : lutte contre tes faiblesses

La phase initiale du programme comprend la correction des déficits structurels et fonctionnels. En première intention, les techniques manuelles sur les différentes structures en dysfonction (douloureuses ou non), puis un travail de renforcement musculaire spécifique à chaque patient (cinq minutes maximum par jour) associé à un travail cognitif. Des conseils de nutrition et d'ergonomie simples au travail et à la maison peuvent être dispensés en fonction des besoins des patients.

Deuxième étape : marche et cours

La seconde phase correspond à la guérison complète ou partielle des lésions discales et à la lutte contre la sédentarité. À ce stade, le patient n'a plus de plaintes algiques sur le rachis. Le problème pour lui est l'éviction des récidives. Il faut consolider la première étape du processus. Le disque intervertébral met trois ans pour complètement cicatriser. Nous proposons un travail sur l'endurance musculaire, l'hypervascularisation, le remodelage osseux et la réhydratation des disques (via l'augmentation de la synthèse des protéoglycanes). Un protocole de marche et/ou de course à pied, bien suivi, permet chez la plupart des patients de réhydrater les disques.

Troisième étape : deviens plus fort (meilleur)

La dernière phase dépend des activités physiques et sportives que le patient désire faire et de sa motivation. Elle est ciblée sur la prise de force musculaire, l'augmentation et l'optimisation des performances motrices et cognitives. Le problème majeur dans notre société est le manque de temps, ou plus exactement comment nous planifions notre temps dans la journée. Nous vous proposons dans ce livre une série de mouvements simples qui permettent un renforcement des muscles qui sont souvent déficitaires. Pour aller plus loin dans cette approche, les spécialistes du sport et des activités physiques seront de bons conseils ainsi que les professeurs de yoga et de Pilates.

En pratique

La prise en charge du patient est assez simple. Elle suit un canevas bien défini et elle est adaptée à chaque patient. Nous avons déjà exposé les principes globaux. Pour aller plus loin, nous vous conseillons des thérapeutiques non exhaustives

pour le traitement des schémas pré-moteurs (postures) et moteurs. Pas de bons mouvements sans bonnes postures. Elles pourront faire l'objet d'un prochain ouvrage.

La colonne lombaire

Exercices à conseiller

Renforcement des muscles transverses

Ils sont très souvent déficitaires chez les patients atteints de discopathie (Ridcharson, 2002, McGill, 2007). Reste à savoir si cela est une cause ou une conséquence de la pathologie. Quoi qu'il en soit, le renforcement analytique des muscles transverses, dans notre expérience, apporte des bénéfices aux patients.

Le praticien peut les palper du bout des doigts de chaque côté des muscles du carré des lombes en demandant au patient d'expirer au maximum. Ils ont pour rôle de plaquer les viscères contre la colonne vertébrale et de participer à la stabilisation dynamique du tronc. Ils peuvent être inhibés par une contraction résiduelle des diaphragmes (Kolar, 2010 ; figure 7.1).

Classiquement, les exercices de renforcement se pratiquent à quatre pattes et il est demandé au patient d'expirer et de plaquer le ventre contre la colonne. Dans cette position, les muscles transverses luttent contre la gravité (figure 7.2).

Nous proposons un exercice debout avec un bouchon perforé ou une paille pour augmenter la résistance au flux expiratoire. Le praticien demande au patient d'expirer le plus longtemps possible et le plus fort possible, tout en restant bien droit. La tâche demande en fait une cocontraction importante des chaînes musculaires médiales et centrale (adducteurs des épaules et des hanches, muscles droits de l'abdomen et fléchisseurs des doigts et des orteils).

Nous avons obtenu avec cet exercice une correction posturale importante avec un alignement spontané des malléoles, des trochanters et des épaules dans le plan sagittal. Il est probable que les viscérocepteurs activés pendant l'exercice aient joué un rôle dans l'amélioration de la perception de la verticalité.

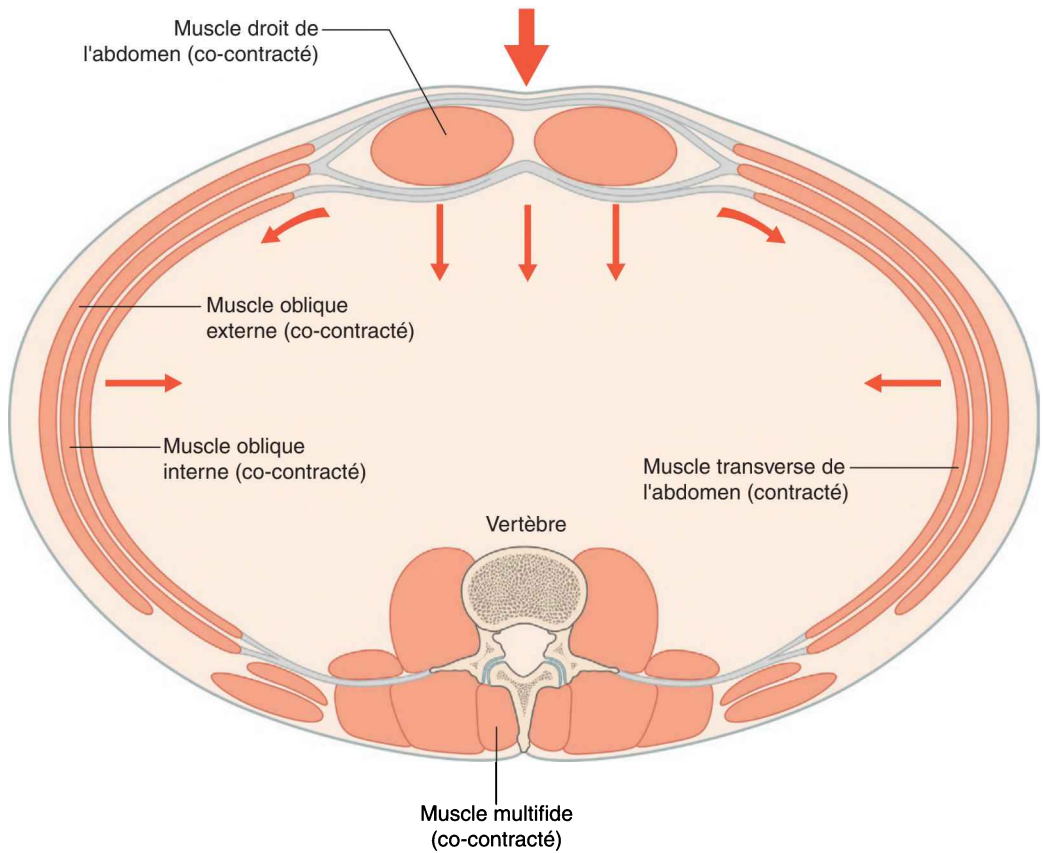


Figure 7.1 Expiration forcée contre résistance.

Source : Eléonore Lamoglia.



Figure 7.2 Renforcement des muscles transverse en position quadrupédique.

Source : Pierre-François Couderc.

Le renforcement musculaire doit être graduel (de cinq à 15 répétitions), les exercices doivent être réalisés une à deux fois par jour pendant trois mois, puis, en entretien, une fois par semaine dans les exercices de routine (figures 7.3).

Renforcement des muscles multifides

Les muscles multifides stabilisent les arthrons les uns par rapport aux autres. Ils peuvent s'insérer sur un ou deux étages adjacents. En contraction unilatérale, ils sont rotateurs et en contraction bilatérale, ils stabilisent le rachis en dynamique. Ils jouent aussi un rôle de poutre composite avec les tissus conjonctifs très importants dans la stabilité statique (lutte contre le fluage et meilleure répartition des chocs). Tout comme les muscles transverse, la plupart des lombalgies présentent des déficits des deux derniers étages lombaires (bien visibles en IRM avec une involution graisseuse du muscle). Il est difficile de dire si c'est une cause ou une conséquence de la pathologie discale.

Cliniquement, le praticien pourra évaluer le volume musculaire par la palpation, en position



Figure 7.3 Renforcement des muscles transverses.
Expiration forcée avec un bouchon de stylo.
Source : Pierre-François Couderc.

debout, les derniers muscles stabilisant L5 sur S1 et L4 sur S1 étant sur la partie sacrée.

Il existe une possibilité d'évaluer ces muscles grâce aux pressions appliquées par ces muscles lors de la contraction debout ou allongé avec le Stabilizer®. C'est un bon moyen pour quantifier la contraction en isométrique et en concentrique. (Richardson, 2002).

Mac Gill et son équipe ont développé un programme de renforcement musculaire progressif dans différentes positions. L'exercice du «chien de chasse» permet un renforcement en isomé-



Figure 7.4 Exercice dit du «chien de chasse».
Source : Pierre-François Couderc.

trique des multifides unilatérales associé à un travail proprioceptif (renforcement global) des chaînes croisées (figure 7.4).

Nous proposons un travail de renforcement principalement en isométrique et en excentrique en position debout. Dans cet exercice, le praticien pourra clairement recruter le niveau vertébral à renforcer en fonction du degré de flexion du tronc. Nous privilégions l'utilisation d'élastiques plutôt que d'une «*medecine ball*», par exemple, en tout cas au début du programme. Le sujet est en position de demi-squat, les bras tendus horizontalement en face de lui. L'exercice consiste à tendre l'élastique lentement de chaque côté en tournant, de bloquer la position pendant cinq secondes puis de revenir en position initiale.

Renforcement des ischiojambiers

Ils sont fondamentaux dans la stabilisation du complexe lombo-pelvi-fémoral. Tout déficit de stabilité dynamique des membres inférieurs se répercutera sur le bassin et le rachis lombaire lors des mouvements.

L'exercice le plus simple et le plus rentable sur le plan thérapeutique (travail conjugué de la force, de l'équilibre et de la proprioception) reste un classique du yoga.

Le patient se penche en avant sur une jambe, l'autre étant tendue en arrière, les bras tendus devant lui avec le regard en direction des paumes jointes. L'objectif est de positionner le bassin à l'horizontal et de minimiser les oscillations de la jambe d'appui ou du bassin (figure 7.5).



Figure 7.5 Renforcement des ischiojambiers debout.

Source : Pierre-François Couderc.

La colonne cervicale

Positions à conseiller

Quadrupédique

Le patient repose sur les mains et les genoux, le front posé sur le sol. On lui demande de mobiliser progressivement son corps vers l'avant pour augmenter la flexion cervicale, ce qui ouvre les orifices foraminaux. Si cet exercice relâche la douleur on lui conseille de le répéter plusieurs fois par jour.

Procubitus en bout de table

Le patient se met à plat ventre sur le lit, la tête dépassant le lit, pendue dans le vide. Si cette position est indolore, on lui conseille de rester une trentaine de secondes ainsi plusieurs fois par jour.

Exercices à conseiller

Pour libérer les défilés thoraciques nous demandons au patient d'étirer ses membres supérieurs. En plus de l'effet myorelaxant, notre but est surtout d'augmenter la circulation des artères et des veines vertébrales. Cette action se produit par étirement des artères et des veines subclavières, axillaires et brachiales.

Debout (figure 7.6)

Le patient est debout de côté, contre un mur. Il fait glisser le plus possible la main contre le mur, le dos bien droit. Cette technique doit se faire des



Figure 7.6 Technique du carré de lombes en position debout.

Source : Pierre-François Couderc.

deux côtés, elle permet d'ouvrir le défilé thoracique et d'étirer en même temps les muscles grand dorsal, diaphragme, transverse et intercostaux.

Le patient met ses mains dans le dos pour les amener progressivement le plus haut possible contre la colonne vertébrale. Cette technique permet une bonne ouverture des défilés thoraciques.

En décubitus

Le patient repose sur le dos, les bras écartés à 90 degrés par rapport au corps. Il doit amener ses genoux contre les coudes, les épaules bien plaquées au sol. Il étire le membre supérieur controlatéral comme pour l'agrandir afin de relâcher les petit et grand pectoral et les ligaments coracoclaviculaires.

Massage du *Punctum Nervosum* (figure 7.7)

Le *Punctum Nervosum* est placé le long du muscle sterno-cleido-occipito-mastoidien. Cette zone se trouve à mi-distance ou au tiers inférieur de la ligne séparant l'occiput de la clavicule.

On demande au patient de faire un glissement léger de bas en haut et de haut en bas, en avant et en arrière du SCOM.

Le *Punctum Nervosum* réunit différents nerfs, à savoir :

- le nerf petit occipital ;
- le nerf grand auriculaire qui est une branche du nerf petit occipital ;
- le nerf transverse du cou ;
- le nerf facial anastomosé avec le transverse du cou formant l'anse cervicale superficielle ;
- les nerfs supraclaviculaires très souvent sensibles voire douloureux en cas de cervicalgie.

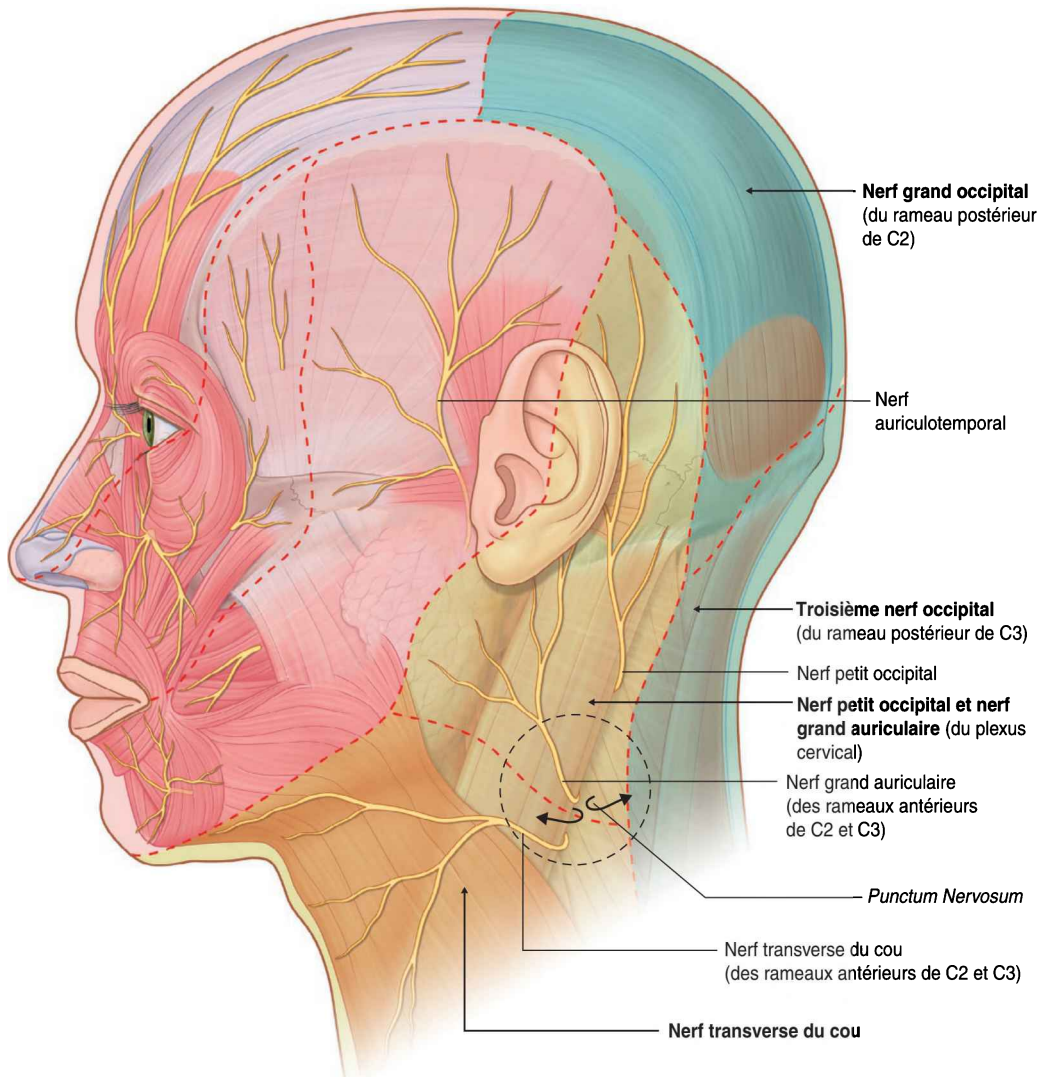


Figure 7.7 Le *Punctum Nervosum*.

Source : extrait de Gray's Anatomie pour les étudiants / 3^{ème} édition, Richard L. Drake, A. Wayne Vogl, Adam W.M. Mitchell, fig. 8.62. Copyright 2015 avec l'autorisation d'Elsevier.

La colonne thoracique

Nous l'avons déjà évoqué, les hernies discales dorsales sont rares et s'accompagnent souvent de douleurs intolérables par compression médullaire. Les exercices que nous vous recommandons sont le plus souvent impossibles à réaliser lors d'une contrainte médullaire.

Exercices à conseiller

Debout en étirement dorsal

Le patient est en appui contre un mur, les mains derrière le cou, les coudes bien plaqués

contre le mur. On lui demande d'effectuer des petits mouvements d'extension dorsale en poussant le sternum en avant pendant l'inspiration.

Debout en étirement costal

Le patient pose la main du côté douloureux, bien à plat contre ses côtes, l'autre main est plaquée contre l'occiput, le coude fléchi. Tout en faisant une flexion latérale, la main costale pousse du côté controlatéral.

Si la technique est trop douloureuse, on conseille au patient de faire cette technique du côté opposé.

This page intentionally left blank

Conclusion

Les pathologies discales, fréquentes et douloureuses sont à l'origine de nombreuses consultations dans nos cabinets.

L'approche thérapeutique des discopathies doit être pluridisciplinaire. Dans ce cadre, l'ostéopathie a toute sa place et toute sa valeur. Les techniques que nous avons décrites peuvent diminuer les douleurs discopathiques en phase aiguë et peuvent jouer un rôle majeur dans la prévention de dégénérescences discales ultérieures en phase chronique.

Par ailleurs, ces techniques se sont révélées intéressantes dans le traitement des séquelles chirurgicales. Grâce à la microchirurgie, la chirurgie discale a fait d'énormes progrès et permet incontestablement de diminuer la douleur. Cependant elle reste une chirurgie symptomatique, centrée exclusivement sur l'atteinte discale. Le geste chirurgical, sauf exceptions, ne s'intéresse ni à la souffrance du tissu nerveux, ni à la congestion veineuse qui l'accompagne. De ce fait, les *nervi nervorum*, longtemps comprimés par la hernie discale, continuent souvent à décharger durablement des influx nociceptifs. De même, les *vasa nervorum* et les veines foraminales exposées aux contraintes créent une réelle perturbation circulatoire, source de congestion et de fibrose intraneurale. Nos techniques discales combinées à celles sur les nerfs périphériques permettent souvent de neutraliser la boucle nociceptive et de décongestionner l'œdème péri et intraneural.

Une discopathie n'est pas une fatalité inéluctable, pour laquelle aucun espoir ne serait permis. Dans de nombreuses approches manuelles, le disque est considéré comme une structure purement passive, soumise aux seuls aléas du jeu mécanique des vertèbres sus et sous-jacentes. Cette vision masque une autre réalité : le disque est une structure vivante, possédant une mécanique interne basée sur son hydrophilie, sa viscoélasticité et ses composantes fibrillaires. Ce sont ces composantes que nos techniques locales ciblent.

Fidèles aux principes de l'ostéopathie, nous apportons une vue plus globale sur les différents paramètres qui peuvent entraîner ou favoriser une pathologie discale. Une discopathie est la conséquence de nombreuses dysfonctions, souvent situées loin de la zone symptomatique. Ainsi, des problèmes ostéoarticulaires, veineux, rénaux, hépatiques, nutritionnels ou encore psychologiques peuvent en être à l'origine.

Si un disque intervertébral lésé ne récupère jamais *ad integrum*, il peut néanmoins cicatiser et retrouver un degré satisfaisant de fonctionnement.

S'éloigner du symptôme sans le négliger est propre à notre art ostéopathique. Notre souhait est que ce livre vous donne quelques clefs pour y parvenir.

This page intentionally left blank

Bibliographie

- Adam P. Knee meniscal tears : treatment by autologous platelet-enriched plasma. International Biobridge Conference 2013–2014, Venise.
- Adams MA, Bogduk N, Burton K, Dolan P. The Biomechanics of Back Pain. 3^e édition. Churchill Livingstone Elsevier 2013.
- Adams MA, Roughley PJ. What is intervertebral disc degeneration, and what causes it? *Spine* 2006; 31(18) : 2151–61.
- Albert HB, Manniche C, Sorensen JS, Deleuran BW. Antibiotic treatment in patients with low-back pain associated with Modic changes Type 1 (bone oedema) : a pilot study. *Br J Sports Med* 2008; 42 : 969–73.
- Albert HB, Sorensen JS, Christensen BS, Manniche C. Antibiotic treatment in patients with chronic low back pain and vertebra bone oedema (Modic type 1 changes) : a double blind randomized clinical controlled trial of efficacy. *Eur Spine J.* 2013; 22 : 697–707.
- Ashton IK, Roberts S, Jaffray DC, et al. Neuropeptides in the human intervertebral disc. *Journal of orthopaedic research* 199; 12(2) : 186–92.
- Balagué F, Troussier B, Salminen JJ. Non-specific low back pain in children and adolescents : risk factors. *Eur Spine J.* 1999; 8 : 429–38.
- Battié MC, Videman T, Parent E. Lumbar disc degeneration : epidemiology and genetic influences. 2004; 29(23) : 2679–90.
- Beattie P.E., Butts R., Donley J.W., Liuzzo D.M. the within-session change in low back pain intensity following spinal manipulative therapy is related to differences in diffusion of water in the intervertebral discs of the upper lumbar spine and L5-S1. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy.* volume 44. number 1. january 2014. p 19–29.
- Bogduk N. Clinical and radiological Anatomy of the Lumbar Spine. 5^e édition. Churchill Livingstone Elsevier 2012.
- Bogduk N. Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum. Elsevier Health Sciences 2005.
- Buckup K. Examen clinique de l'appareil locomoteur : tests, signes, manœuvres. Maloine 2003.
- Campana S, Charpail E, de Guise JA, Rillardon L, Skalli W, Mitton D. Relationships between viscoelastic properties of lumbar intervertebral disc and degeneration grade assessed by MRI. *J. Mech. Behav. Biomed. Mater* 2011; 4(4) : 593–9.
- Castaing J, Santini J.J. Anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur. Fascicule 7 : Le Rachis. Vigot 1996, Paris.
- Chan SCW, Ferguson SJ, Gantenbein-Ritter B. The effect of dynamic loading on the intervertebral disc. *Eur. Spine J.* 2011; 20 : 1796–1812.
- Chen JY, Ding Y, Lv RY, Liu QY, Huang JB, Yang ZH, Liu SL. Correlation between MR imaging and discography with provocative concordant pain in patients with low back pain. *Clin. J. Pain* 2011; 27(2) : 125–30.
- Cleland J. Examen clinique de l'appareil locomoteur : test, évaluation et niveaux de preuves. Elsevier Masson 2007.
- Chothe, P. P., Chutkan, N., Sangani, R., Wenger, K. H., Prasad, P. D., Thangaraju, M., ... Fulzele, S. (2013). Sodium-coupled vitamin C transporter (SVCT2) : Expression, function, and regulation in intervertebral disc cells. *Spine Journal*, 13(5), 549–557. <http://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.01.022>
- Clouet J. Développement de l'ingénierie tissulaire du disque intervertébral : de la physiopathologie aux modèles animaux. Thèse de science 2010, Université de Nantes.
- De Peretti F, Hovorka I, Ganansia P, Puch JM, Bourgeon A, Argenson C. The vertebral foramen : a report concerning its contents. *Surgical and Radiologic Anatomy* 1993; 15(4) : 287–94.
- Delannoy X. Effects on the lumbar disc of different physical therapies. MRI scan follow up and clinical assessment, a controlled, prospective cohort study with long-term follow-up (3 years of observation). Toulouse University School of Medicine 2013. Unpublished.
- Delannoy X. Prospective study in the diagnosis of disc degeneration. Clinical examination in comparison with MRI evaluation. Toulouse University School of Medicine 2011. Unpublished.
- Dimeglio A, Bonnel F. Le Rachis en croissance : scoliose, taille assise et puberté. Springer-Verlag 1990, Paris.
- Donelson R. A prospective study of centralization of lumbar referred pain : a predictor of symptomatic discs and annular competence. *Spine* 1997; 22 : 1115–22.
- Downey B, Taylor N, Niere K. Manipulative physiotherapist can reliably palpate nominated lumbar spinal levels. *Man Ther.* 1999; 4 : 151–6.
- Dufour M, Pillu M. Biomécanique fonctionnelle. Masson 2005.
- Foss IS, Holme I, Bahr R. The Prevalence of Low Back Pain Among Former Elite Cross-Country Skiers, Rowers, Orienteers, and Nonathletes : A 10-Year Cohort Study. *The Am. J. Sport Med.* 2012; 40(11) : 2610–6.

- Fritz J, Delitto A, Vignovic M, Busse R. Interrater reliability of judgments of the centralization phenomenon and status change during movement testing in patients with low back pain. *Arch. Phys. Med. Rehabil* 2000; 81 : 57–61.
- Fritz JM, Piva S, Childs JD. Accuracy of the clinical examination to predict radiographic instability of the lumbar spine. *Euro Spine J*. In press.
- Galante JO. Tensile properties of the human lumbar annulus fibrosus. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 1967; 38(100) : 1–91.
- Greenwood, J. J. (1964). Optimum vitamin C intake as a factor in the preservation of disc integrity : preliminary report. *The Medical Annals of the District of Columbia*, 33, 274–276.
- Guo LX, Teo EC, Lee KK, Zhang QH. Vibration characteristics of the human spine under axial cyclic loads : effect of frequency and damping. *Spine* 2005; 30(6) : 631–7.
- Hassler O. The Human Intervertebral Disc : A Micro-Angiographical Study on Its Vascular Supply at Various Ages. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 1969; 40(6) : 765–72.
- Hasue I, Kunogi J, Komno S, Kikuchi S. Classification by position of dorsal root ganglion in the lumbosacral region. *Spine* 1991; 14 : 1261–4.
- Hirsch C. Some morphological changes in the cervical spine during ageing. *Cervical pain*. Pergamon Press 1972 : 21–32, Oxford.
- Hirsch C, Schajowicz F, Galante J. Structural changes in the cervical spine : a study on autopsy specimens in different age groups. *Acta orthopaedica Scandinavica* 1967; 38(109) : 1–77.
- Ho PSP, Yu S, Sether LA, Wagner M, Khang-Cheng Ho, Houghton VM. Progressive and regressive changes in the nucleus pulposus (Part I. The neonate). *Radiology* 1988; 169 : 87–91.
- Hogan QH. Lumbar epidural anatomy. A new look by cryomicrotome section. *Anesthesiology* 1991; 75(5) : 767.
- Horneij E, Hemborg B, Johnsson B, Ekdahl C. Clinical tests on impairment level related to low back pain : a study of test reliability. *J. Rehabil. Med.* 2002; 34 : 176–82.
- Inoue H. Three-dimensional architecture of lumbar intervertebral discs. *Spine* 1981; 6 : 139–46.
- Jackson AR, Dhawale AA, Brown MD. Association between intervertebral disc degeneration and cigarette smoking : clinical and experimental findings. *JBJS Reviews* 2015; 3(3).
- Jacson HC, Winkelmann RK, Bickel WH. Nerve endings in the human lumbar spine column and related structures. *J. Bone Joint. Surg. (Am)* 1966; 48 : 1272–81.
- Johnston SL, Campbell MR, Scheuring R, Feiveson AH. Risk of herniated nucleus pulposus among US astronauts. *Aviation, space, and environmental medicine* 2010; 81(6) : 566–74.
- Johnstone B, Urban JP, Roberts S, Menage J. The fluid content of the human intervertebral disc. Comparison between fluid content and swelling pressure profiles of discs removed at surgery and those taken postmortem. *Spine* 1992; 17(4) : 412–6.
- Kang CH, Kim YH, Lee SH, et al. Can magnetic resonance imaging accurately predict concordant pain provocation during provocative disc injection? *Skeletal Radiol.* 2009; 38(9) : 877–85.
- Kapandji AI. Anatomie Fonctionnelle. Tome III : Tête et Rachis. 6^e édition. Maloine 2010, Paris.
- Kapandji IA. Qu'est-ce que la biomécanique? Sauramps Médical 2011, Montpellier.
- Katz JN. Back Pain. Finding solutions for your aching back. A Harvard Medical School Special Health Report. Harvard Health Publications.
- Kilposki S, Airaksinen O, Kankaanpää M, et al. Interexaminer reliability of low back pain assessment using the McKenzie method. *Spine* 2002; 27 : 207–14.
- Kolar P, Sulc J, Kyncl M, Sanda J, Neuwirth J, Bokarius AV, Kriz J, Kobesova A. Stabilizing function of the diaphragm : dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. *Journal of Applied Physiology* 2010; 109(4) : 1064–71.
- Kurunlahti M, Kerttula L, Jauhiainen J, Karppinen J, Tervonen O. Correlation of diffusion in lumbar intervertebral disk with occlusion of lumbar arteries : a study in adult volunteers. *Radiology* 2001; 221 : 3.
- Laborit H. Éloge de la fuite. Robert Laffont 1976.
- Laslett M. Evidence-based clinical testing of the lumbar spine and pelvis. In *Movement, Stability and Lumbopelvic Pain* 2nd Edition. Edited by A Vleeming and al. Churchill Livingstone Elsevier.
- Lavignolle B, Vital JM, Senegas J, Destandau J, Toson B, Bouyx P, Morlier P, Delorme G, Calabet A. An approach to the functional anatomy of the sacroiliac joints in vivo. *Anatomia Clinica* 1983; 5(3) : 169–76.
- Lazorthes G. Le système nerveux périphérique. Description, systématisation, exploration. 3^e édition. Masson 1981, Paris.
- Le Huec JC, Roussouly P. Importance de l'analyse de l'équilibre sagittal en pathologie rachidienne-Rôle de la balance spino-pelvienne dans les maladies dégénératives du rachis. *Revue Médicale Suisse* 2009; 184 : 19. www.maitrise-orthopedique.com
- Lee BCP, Kazam E, Newman AD. Computed tomography of spine and spinal cord. *Radiology* 1978; 128 : 95–102.
- Levin SM. The tensegrity-truss as a model for spine mechanics : biotensegrity. *J. Mech. Med. Biol.* 2002; 2(3) : 375–88.
- Lewit K. Manipulative Therapy. Musculoskeletal Medicine. Churchill Livingstone Elsevier 2010.

- Livshits G, Popham M, Malkin I, Sambrook PN, McGregor AJ, Spector T, Williams FMK. Lumbar disc degeneration and genetic factors are the main risk factors for low back pain in women : the UK Twin Spine Study. *Ann. Rheum. Dis.* 2011 ; 70 : 1740-5.
- Lori A, Chen J. Mechanobiology of the intervertebral disc and relevance to disc degeneration. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2006 ; 88(2) : 52-7.
- Louis R. Chirurgie du rachis. Anatomie chirurgicale et voies d'abord. Springer Verlag 1982, Berlin.
- Maher C, Latimer J, Adams R. An investigation of the reliability and validity of posteroanterior spinal stiffness judgments made using a reference-based protocol. *Phys. Ther.* 1998 ; 78 : 829-37.
- Maniadakis N, Gray A. The economic burden of back pain in the UK. *Pain* 2000 ; 84 : 95-103.
- Maus TP. Imaging of the spine and nerve roots. *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* 2002 ; 13 : 487-544.
- Maus TP. Imaging the back pain patient. *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* 2010 ; 21(4) : 725-66.
- McGill, S.M. Low back disorders : evidence-based prevention and rehabilitation. 2^e édition. Human Kinetics 2007.
- McKenzie R, May S. The lumbar spine mechanical diagnosis and therapy. Waikanae : Spinal publications NZ Idt 2003.
- Myers TW. Anatomy Trains. Myofascial meridians for manual and movement therapists. 2^e édition. Churchill Livingstone Elsevier 2009.
- Nagashima M, Abe H, Amaya K, Matsumoto H, Yanaiharu H, Nishiwaki Y, Toyama Y, Matsumoto M. Risk factors for lumbar disc degeneration in high school American football players : a prospective 2-years follow-up study. *Am. J. Sports. Med.* 2013 ; 41(9) : 2059-64.
- Natarajan RN, Williams JR, Andersson GB. Modeling changes in intervertebral disc mechanics with degeneration. *J. Bone Joint. Surg. Am.* 2006 ; 88(2) : 36-40.
- Ombregt, L. (2013). Applied anatomy of the lumbar spine. In *A System of Orthopaedic Medicine* (3rd ed., pp. 415 -436). Churchill Livingstone.
- Paillard T. Posture et équilibration humaines. De Boeck Supérieur 2016.
- Passias PG, Wang S, Kozanek M, Xia Q, Li W, Grottkau B, Wood KB, Li G. Segmental lumbar rotation in patients with discogenic low back pain during functional weight-bearing activities. *J. Bone Joint. Surg. Am.* 2011 ; 93(1) : 29-37.
- Pavlov H, Torg JS, Robie B, Jahre C. Cervical spinal stenosis : determination with vertebral ratio method. *Radiology* 1987 ; 164 : 771-5.
- Pfirman CWA, Metzendorf A, Zanetti M, Hodler J, Boss N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine* 2001 ; 26(17) : 1873-8.
- Porterfield JA, DeRosa C. Conditions of weight bearing : asymmetrical overload syndrome (AOS). In *Movement, Stability and Lumbopelvic Pain*. 2^e édition. Edited by Vleeming A and al. Churchill Livingstone Elsevier.
- Prère J. Lombalgie chronique de l'adulte vue par le radiologue. *L'observatoire du mouvement* 2009 ; 31 : 7-11.
- Pussinen, P. J., Laatikainen, T., Alftan, G., Asikainen, S., & Jousilahti, P. (2003). Periodontitis Is Associated with a Low Concentration of Vitamin C in Plasma. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 10(5), 897-902. <http://doi.org/10.1128/CDLI.10.5.897>
- Rannou F, Mayoux-Benhamou MA, Poiraudou S, Revel M. Disque intervertébral et structures voisines de la colonne lombaire : anatomie, biologie, physiologie et biomécanique. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale*. Elsevier Masson 2004.
- Reina MA, Pulido P, Castedo J, Villanueva MC, López A, Sola RG. Characteristics and distribution of normal human epidural fat. *Revista española de anestesiología y reanimación* 2006 ; 53(6) : 363.
- Resnick D. Degenerative disease of the spine. In : Resnick D, Ed. *Diagnosis of bone and joint disorders*. 3^e édition. Saunders 1995 ; 1372-462, Philadelphia.
- Ridcharson CA, Snijders CJ, Hides JA, Damen L, Pas MS, Storm J. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics and low back pain. *Spine* 2002 ; 27(4) : 399-405.
- Riddle D, Rothstein J. Interrater reliability of McKenzie's classification of the syndrome types present in patients with low back pain. *Spine* 1993 ; 18 : 1333-44.
- Rouvière H, Delmas, A. Anatomie humaine : Tronc. 2002.
- Saal JS. General principles of diagnostic testing as related to painful lumbar spine disorders : a critical appraisal of current diagnostic techniques. *Spine* 2002 ; 27(22) : 2538-45.
- Sagi G, Boudot P, Vandeput D. Méthode McKenzie : diagnostic et thérapie mécanique du rachis et des extrémités. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale*. Elsevier Masson 2011.
- Sakai D. Future perspectives of cell-based therapy for intervertebral disc disease. *Eur. Spine J.* 2008 ; 17 : 452-8.
- Sakai D, Anderson GBJ. Stem cell therapy for intervertebral disc regeneration : obstacles and solutions. *Nature Reviews Rheumatology* 2015 ; 11 : 243-56.
- Sato K, Kikuchi S. An anatomic study of foraminal nerve root lesions in the lumbar spine. *Spine* 1993 ; 18(15) : 2246-51.
- Sato T, Ito T, Hirano T, Morita O, Kikuchi R, Endo N, Tanabe N. Low back pain in childhood and adolescence : Assessment of sports activities. *European Spine Journal* 2011 ; 20(1) : 94-9.
- Schiebler ML, Grenier N, Fallon M, Camerino V, Zlatkin M, Kressel HY. Normal and degenerated intervertebral disk : in vivo and in vitro MR imaging with histopathologic correlation. *AJR* 1991 ; 157 : 93-7.

- Selye H. The stress of life. Mc Graw-Hill Book Company 1956.
- Sether LA, Wagner M, Khang-Cheng HO. Progressive and regressive changes in the nucléus pulposus (Part II : The adult). *Radiology* 1988 ; 169 : 93-7.
- Sivan SS, Tsitron E, Wachtel E, et al. Age-related accumulation of pentosidine in aggrecan and collagen from normal and degenerate human intervertebral discs. *Biochem J* 2006 ; 399(1) : 29-35.
- Sivan SS, Wachtel E, Tsitron E, et al. Collagen turnover in normal and degenerate human intervertebral discs as determined by the racemization of aspartic acid. *J Biol Chem* 2008 ; 283(14) : 8796-801.
- Smith LJ, Nandan LN, Choi KS, Harfe BD, Elliott DM. Degeneration and regeneration of the intervertebral disc : lessons from development. *Disease Models & Mechanisms* 2011 ; 4 : 31-41.
- Smith, V. H. (2010). Vitamin C deficiency is an under-diagnosed contributor to degenerative disc disease in the elderly. *Medical Hypotheses*, 74(4), 695-697. <http://doi.org/10.1016/j.mehy.2009.10.041>
- Takahashi Y, Nakajima Y, Sakamoto T, Moriya H, Takahashi K. Capsaicin applied to rat lumbar intervertebral disc causes extravasation in the groin skin : a possible mechanism of referred pain of the intervertebral disc. *Neuroscience letters* 1993 ; 161(1) : 1-3.
- Tardieu C. Comment nous sommes devenus bipèdes. Le mythe des enfants-loups. Odile Jacob 2012.
- Testut L, Latarjet A. *Traité d'Anatomie Humaine*. 9^e édition revue et corrigée. Doin 1948, Paris.
- Tondury G. The behaviour of the cervical discs during life. Cervical pain. Pergamon Press 1972 : 59-66, Oxford.
- Tsuji H, Hirano N, Ohshima H, Ishihara H, Terahata N, Motoe T. Structural Variation of the Anterior and Posterior Anulus Fibrosus in the Development of Human Lumbar Intervertebral Disc. A Risk Factor for Intervertebral Disc Rupture. *Spine* 1993 ; 18(2) : 204-10.
- Ullrich CG, Christopher G, Binet EF, Eugene F, Sanecki M, Michael G, et al. Quantitative assessment of the lumbar spinal canal by computed tomography. *Radiology* 1980 ; 134(1) : 137-43.
- Van Hilst J, Hilgersom NF, Kuilman MC, Kuijer PP, Frings-Dresen MH. Low back pain in young elite field hockey players, football players and speed skaters : Prevalence and risk factors. 2014.
- Wackenheim A. Roentgen diagnosis of the cranio vertebral region. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1994.
- Wang SZ, Rui YF, Tan Q, Wang C. Enhancing intervertebral disc repair and regeneration through biology : platelet-rich plasma as an alternative strategy. *Arthritis Research & Therapy* 2013 ; 15 : 220.
- Wichman HJ. Discography : over 50 years of controversy. *WMJ* 2007 ; 106(1) : 27-9.
- Williams PT. Effects of running and walking on osteoarthritis and hip replacement risk. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2013 : 1292-7.
- Wiltse LL, Spencer CW. New uses and refinements of the paraspinal approach to the lumbar spine. *Spine* 1988 ; 13(6) : 696-706.
- Wiltse, L. L., Fonseca, A. S., Amster, J., Dimartino, P., & Ravessoud, F. A. (1993). Relationship of the Dura, Hofmann's Ligaments, Batson's Plexus, and a Fibrovascular Membrane Lying on the Posterior Surface of the Vertebral Bodies and Attaching to the Deep Layer of the Posterior Longitudinal Ligament : An Anatomical, Radiologic, and Clinical Study. *Spine*, 18(8), 1030-1043.
- Wing, P. C., Tsang, I. K., Susak, L., Gagnon, F., Gagnon, R., & Potts, J. E. (1991). Back pain and spinal changes in microgravity. *The Orthopedic Clinics of North America*, 22(2), 255-262.
- Yoshizawa H, Kobayashi S, Hachiya Y. Blood supply of nerve roots and dorsal root ganglion. *Orthop Clin North Am* 1991.22 : 195-2.
- Yu S, Haughton VM, Sether LA, Khang-Cheng Ho, Wagner M. Criteria for classifying normal and degenerated lumbar intervertebral disks. *Radiology* 1989 ; 170 : 523-6.
- Yu S, Sether LA, Ho PSP, Wagner M, Haughton. Tears of the annulus fibrosus : correlation between MR and pathologic findings in cadavers. *AJNR* 1988 ; 9 : 367-70.
- Yu S, Haughton VM, Lynck KL, Khang-Cheng Ho, Sether LA. Fibrous structure in the intervertebral disk : correlation of MR appearance with anatomic sections. *AJNR* 1989 ; 10 : 1105-10.
- Zaki, W. Aspect morphologique et fonctionnel de l'annulus fibrosus du disque intervertébral de la colonne dorsale. *Arch Anat Path* 1973, 21, 401-3.
- Zinn JK, Lipworth L, Burney R. The clinical use of mindfulness meditation for the self-regulation of chronic pain. *Journal of Behavioral Medicine* 1985 ; 8(2) : 163-90.

Index

A

- Acide lactique, 23
- Activités
 - physiques, 70, 91, 93–94, 99, 173, 175–176
 - quotidiennes, 58
 - sportives, 72
- Adaptations segmentaires, 14
- Adipokines, 172
- Adolescents, 20, 22
- Adrénaline, 75
- Adultes, 20, 22, 24, 31
- AF, 48
- Âge, 24
- Agent
 - inducteur, 73
 - neutralisant, 73
 - réactif, 73
- Agrécane, 4, 60
- Alcool, 106, 173
- Alignement vertébral, 26
- Altération discale, 59
- Amortissement, 20, 31, 56
 - capacités, 58–59
 - discal, 57
 - effet, 57
 - fonction, 60
 - mécanique, 58
 - phénomènes, 59
 - propriétés, 58
 - système, 58
 - tissulaire, 58
- Amortisseur, 57
 - hydrodynamique, 47
 - visqueux, 53
- Amphiarthrose, 1, 47
- Amplitudes articulaires, 89, 98
- Anabolisme, 171
- Andrew Taylor Still, 171
- Anémie, 96
- Anesthésie, 25
- Angle de Cobb, 70
- Anisotrope, 48
- Anisotropie discale, 56
- Anneau fibreux, 24
- Annulus*, 69, 72, 77–78, 81, 85, 89, 91, 96
 - externe, 4
 - *fibrosus*, 3–6, 14–16, 19–20, 50, 83, 87
 - interne, 4
- Anomalies
 - tissulaires, 98
 - transitionnelles, 70
- Antioxydants, 75, 173
- Anxiété, 75
- Aorte, 90
 - dorsale, 17
- Apesanteur, 52
- Apoptose, 69
- Appareil locomoteur, 98
- Arachnoïde, 39
- Architecture, 49, 59
 - discale, 17
- Artères
 - épidurales, 31
 - lombales, 22
 - radiculaires, 42
 - rénales, 90
 - spinale, 45
 - vertébrale, 45
- Arthrons, 47, 69, 90, 95–96, 99, 177
- Arthropathie diabétique, 73
- Arthrose, 73, 93
- Articulations
 - costovertébrales, 90
 - disco-corporéale, 47
 - intercorporéale, 63
 - postérieures, 71, 87, 95
 - unco-vertébrales, 14–15
 - zygapophysiales, 47, 93
- Ascite, 33
- Astronautes, 52
- Atlas, 33, 37
- Attaches discales, 5
- Augmentation de hauteur des disques
 - intervertébraux, 52
- Autostabilité, 64
 - du DIV, 62

Auto-traitement, 89

Axes

- de mouvement, 61
- instantanés de rotation, 61

Axis, 37

B

Babouin, 57

Balancement, 61–62

Barrière hémato-discale, 22

Bilan radiologique, 20

Biomatériaux, 58

Biomécanique

- discale, 50
- inélastique, 58

Biopsychosocial, 91

Biotenségrité, 58–59

Bipédie, 47

Biphasique, 53

Blessures discales, 64

BMI, 172

Boîte crânienne, 58

Bombement, 20, 78, 83

- discal, 82

Bourrelet marginal, 4, 48

Branche

- dorsale, 44
- ventrale, 44

C

Café, 173

Caisson abdominal, 96

Canal

- central, 85
- dural, 39
- ostéomusculaire, 45
- rachidien, 24, 28, 30–31, 33
- – central, 38–39
- – cervical, 36
- – contenu, 29
- – lombaire, 37–38
- – thoracique, 37
- radiculaire, 40–41, 43
- sacré, 28
- transversaire, 28, 45
- vertébral, 25, 28, 30

Canalicule, 4

Cancers, 96, 172

Capacités fonctionnelles, 87, 90

Capillaires, 22

Capteurs proprioceptifs, 90

Caractères généraux, 1

Carré des lombes, 98, 176

Cartilage, 72, 94

- hyalin, 4, 15
- modèle mécanique, 48
- neuro-central, 28

Cavité abdominale

- propriétés pneumatiques, 64

Ceintures lombaires, 171

Cellules

- chondrocytaire, 19
- gliales, 36
- notochordales, 4, 19–20, 50

Centres instantanés de rotation, 61

Cervicalgie, 95, 106

Chaîne articulée vertébrale, 62

Chaînes musculaires, 176

Chambre hydraulique, 48

Charges, 60

- asymétriques, 62
- complexes, 47
- compressives, 49
- de compression axiale, 50
- discales, 52
- gravitaires, 59
- hydrauliques, 33
- transmission, 49

Chimiotactisme, 92

Chocs, 58

Cholestérol, 172

Chondrocytes, 4, 20, 69, 91

Chondropathies microcristallines, 74

Chordo-mésoblaste, 17

Cicatrisation, 74, 91–94, 172

Circulation abdomino-pelvienne, 33

Clichés dynamiques, 77

Cocontraction, 175–176

Coefficient

- de diffusion apparent, 91
- de diffusion du disque, 72
- de mobilité, 61
- de Poisson, 53, 55–56

Cohésion, 47–48, 62

Collagène, 60

Colle cellulaire, 92

Colliers cervicaux, 171

Colonnes

- antérieure, 49
- discocorporéal, 49
- postérieures, 49
- zygapophysaires, 49

Complexe

- central, 6, 48
- lombo-pelvi-fémoral, 178
- périphérique, 6, 48

- Comportement
 - dynamique, 60
 - élastique, 53, 56
 - du disque, 55
 - mécanique du disque, 49
 - rhéologique, 60
 - statique, 49
 - viscoélastique, 53, 57, 60
 - visqueux, 53
- Compression, 21, 26, 44, 55, 60
- Concentration, 175
- Cône
 - médullaire, 33
 - terminal, 36, 42
- Conflits, 33
 - discaux, 28
 - disco-duremériens, 85
- Congestion, 33
- Contingent
 - somatique, 24
 - sympathique, 24
- Contractures musculaires, 99, 175
- Contraintes, 18, 26, 53, 55, 57, 60, 65
 - absorption, 59
 - axiales, 50
 - de charge, 64
 - de cisaillement, 48
 - de traction, 48
 - discales, 52
 - en cisaillement, 63
 - en compression, 48, 51, 62
 - en tension, 51
 - en traction, 62
 - radiales, 51
 - tangentielles, 51
- Contrôle
 - moteur, 175
 - neuromusculaire, 92
- Convection, 22–23, 60
- Corps vertébraux, 6, 49, 83, 86, 96
- Corpuscule de Paccini, 26
- Correction posturale, 176
- Corsets thermomoulés, 92, 94, 171
- Cortisol, 75
- Courbures, 52
 - rachidiennes, 17, 28
 - vertébrales, 30
- Course, 17, 58, 95
 - à pied, 91
- Coxarthroses, 91
- Croissance, 17, 19, 22, 28, 30
- CRP, 172
- Cyphose, 30
- Cytokines, 92
 - pro-inflammatoires, 74
- D**
 - Déchets, 22
 - Décompensation, 99
 - Décompression, 61
 - Déformabilité, 48
 - Déformation, 47, 53
 - discale, 55, 57
 - Dégénération, 87
 - discale, 73
 - Dégénérescence, 21, 24, 72, 77
 - discale, 59, 78, 86–87, 98
 - Dégradation du disque, 87
 - Degrés de liberté, 47
 - Demi-vie des constituants de la MEC, 60
 - Dépression, 75
 - Dérivation sanguine, 66
 - Dermatome, 25
 - Dermatomyotome, 17
 - Déshydratation, 21, 93, 173–174
 - Développement, 17
 - Diabète, 72, 106
 - Diagnostic, 95
 - Diamètre
 - fixe, 43
 - sagittal médian fixe (DSMF), 28, 36
 - sagittal médian mobile (DSMM), 29
 - transversal, 29
 - variable, 43
 - Diaphragmes, 89, 176
 - Diffusion, 22–23, 60
 - Dimension, 3
 - transversale, 29
 - Diminution de hauteur, 60
 - Discites, 74
 - Discogramme, 82
 - Discopathies, 69, 71–74, 91, 94, 97–99, 106, 110, 173, 176
 - Dispositifs prothétiques, 57
 - Disque
 - à facettes, 83
 - coccygien, 58
 - déformation, 26
 - dégénéré, 56
 - dégradation, 89
 - trophique, 21
 - déshydratation, 51
 - hydratation, 51
 - innervation, 25
 - intervertébral, 1, 3, 17, 24–25, 28, 40, 42, 47, 49, 57, 95–96

- pathologique, 21
- résistance, 21
- sain, 56, 64
- Distraction, 61
- DIV, 59
- cervical, 14, 26
- lombaire, 13
- thoracique, 13
- Dos plat, 72
- Douleurs
 - chimiques, 89
 - chroniques, 94–95
 - discogéniques, 87, 89, 110
 - inflammatoires, 89
 - mécanique, 89
 - proprioceptives, 90
 - psychogène, 90
 - rachidiennes, 33
- Drainage
 - épidural, 32
 - veineux, 42
 - – vertébral, 33
- DSMF, 37–39
- DSMM, 39
- Dualité, 48
- Dure-mère, 6, 30, 39
 - rachidienne, 24, 48
- Dynamique des charges, 58
- Dysfonction
 - discale, 87
 - somato-émotionnelle, 95
 - somatoviscérale, 95
- Dysplasie de hanche, 71

E

Échanges, 24

- disco-corporaux, 22

Écoulement des fluides, 60

Effets d'amortissement, 57

Efforts

- de compression, 49

Élasticité, 53

- discale, 57

Élastique déformation, 53

Électro-osmose, 23

Électrophorèse, 22

Éléments neuroméningés, 52

Embryologie, 17

Encéphale, 58

Endurance musculaire, 176

Enfants, 20

Enfants-adolescents, 19

Entorses, 91

- ligamentaires, 90
- micro-entorses, 90

EOS, 77

Équilibre

- interne, 53
- osmotique, 60
- tissulaire, 89

Érecteurs

- du rachis, 66
- rachidiens, 65

Ergonomie, 174–175

Érosion des plateaux, 77

Espace

- déformable, 47
- discal, 87
- épidural, 29–30, 33, 37, 39
 - – antérieur, 31
 - – postérieur, 31
- intersomatique, 77
- intertrabéculaire, 96
- intervertébral, 47, 59
- sous-arachnoïdien, 45

Étirement, 171, 175

Évolution, 17

- discale, 21

Exercices physiques, 91

Extrusion, 91, 98

- discale, 82–83

F

Facettes

- articulaires, 86

Facteurs

- angiogénique, 74
- de croissance, 74

Fascia, 96

- thoracolombaire, 65

Fatigue physique, 96

Fentes, 21

Fibres

- collagène, 3–4, 15, 20, 24, 48, 64, 69, 87, 91
- conjonctives, 65
- élastine, 3–4
- nerveuses, 24, 26
 - – peu myélinisées, 24
- orientation, 4
- Sharpey, 6, 19, 21
- transverses, 21

Fibrocartilage, 4, 15, 21

Fibrochondrocyte, 4

Fibrose, 87, 90

- intradiscale, 84

Fièvre, 96

Filum terminal, 36, 39

Fissures, 14, 89

- concentriques, 21
- discales, 21

- radiaires, 21, 80–81, 83, 90, 92–94
- radiales, 98
- transversales, 21
- Fixations rénales, 98
- Flexibilité, 47
 - globale, 48
 - segmentaire, 60
- Flexion
 - du tronc, 51
 - rachidienne, 31
- Fluage, 53, 174
- Fluide, 53
 - captif, 49
- Fœtus, 18
- Fonction discale, 47, 50
- Foramens, 85
 - cervical, 42
 - intertransversaire, 28
 - intervertébral lombaire, 43
 - intervertébraux, 17, 24, 28, 39–45
 - lombaire, 43
 - magnum, 28, 30
 - transversaire, 45
 - vertébraux, 28
- Foraminales, 42
- Force musculaire, 176
- Forme, 38
- Fourreau
 - dural, 39
 - duro-médulaire, 30
- Fractures
 - des plaques cartilagineuses, 80, 82, 90
 - du plateau cartilagineux, 81
 - tassements, 72
- Fracture-tassement du corps vertébral, 55
- Fragment discal, 85
- Fréquence
 - fondamentale du disque, 57
- Fusion, 92

G

- GAG, 50
- Gainage, 171
- Gaine radriculaire, 45
- Ganglions
 - cervicaux, 45
 - de la racine dorsale, 44–45
- Gènes, 18
- Glissements, 61, 63
 - inter-aponévrotiques, 171
- Glucose, 23
- Glycosaminoglycanes, 50
- Goutte, 74
- Gradients, 22–23
 - de pression, 33, 42

- Graisse, 30, 45
 - épidurale, 31, 37
- Granulome inflammatoire, 74
- Gravité, 47, 52, 90
- Grossesse, 33

H

- Hauteur
 - discale cumulée, 3
 - du disque, 61, 78
 - réduction, 20
- HDL, 172
- Hémisacralisation, 70, 98
- Hernie, 78, 81, 93
 - discale, 30, 33, 85, 87, 90, 92, 94
 - – cervicale, 52
 - – lombaire, 52
 - intraforaminale, 97
 - intra-osseuse, 82
 - sous-ligamentaire, 85
- Hiatus sacré, 28
- High intensity zone*, 82, 92
- HVLA, 91
- Hydratation, 173
 - discale, 60
- Hydrogels, 94
- Hydrophilie, 49–50
- Hydrostatique, 50
- Hypercholestérolémie, 72
- Hyperhydratation, 52
- Hyperlaxité, 92
- Hyperlordose, 71
- Hypermobilité, 98
 - discale, 92
- Hypersignal, 78
- Hypertension artérielle, 75
- Hypertriglycéridémie, 72
- Hypervascularisation, 171
 - osseuse, 85
- Hypnose, 171
- Hypomobilité, 98
- Hyposignal, 78

I

- Imagerie par résonance magnétique (IRM), 6, 17, 21, 30, 45, 77–78, 85, 86–87, 90–93
- Immunodéficience, 75, 96
- Incidence pelvienne, 71
- Indice disco-corporéal, 60
- Inégalités des membres inférieurs, 97
- Infarctus du myocarde, 172
- Inhibition corticale, 171
- Injections
 - de cellules souches, 92, 94
 - intradiscales, 92, 94

Innervation discale, 24, 90

Instabilité

– mécanique, 99

– rachidienne, 77

Insuffisance discale, 87

Intégrité tensionnelle, 57

– du tronc, 58

Intestin, 98

J

Jeu articulaire, 171

K

Kilogramme-force, 50

L

Lactates, 87

Lamelles

– concentriques circonférentielles, 96

– de l'AF, 63

Lames, 28

Laminectomie, 49

Lésions

– circonférentielles, 81

– intradiscales, 78

– intraosseuses, 96

– médullaires, 37

– périphériques, 81

– radiaires, 92

– tissulaires, 89

Ligament(s)

– Hofmann, 6, 30

– interosseux, 1, 14, 16

– jaunes, 28–29, 31, 39, 41, 43

– longitudinal, 2, 5, 48, 52, 90

– – antérieur, 6, 24, 89

– – dorsal, 28, 39

– – postérieur, 6, 15, 24, 32, 85

– transforaminaux, 45

– vertébral commun antérieur, 6

– vertébral commun postérieur, 6

Lignes

– de charge, 49

– de force, 49

– spino-lamaire, 28

Liquide

– céphalorachidien, 39, 45, 58

– interstitiel, 60

Listel marginal, 6, 71

LLA, 62

LLP, 30, 32, 62

Locomotion, 58

Loi de Hooke, 55

Lombalgies, 90, 92, 95–97, 106

– chroniques, 88

– discales, 25

Lombalisation, 70

Lombosciatalgies, 96, 175

Lordose, 30

– cervicale, 174

– lombaire, 174

Lubrification, 50

Lymphatiques, 22, 30

Lyse isthmique, 70

M

Mac Gill, 178

Mac Kenzie, 89

Macrophages, 74, 92, 172

Maladie

– cardiovasculaire, 172

– de Scheuermann, 72

– discale, 87

Manipulations, 171

– discales, 91, 93–94

Mancœuvre de Valsalva, 52

Marche, 17, 58, 91, 95

Massages, 171

Masse

– graisseuse, 173

– musculaire, 173

Matériau, 56

– composite, 52

– élastique isotrope, 54

Matériel discal, 92

Matrice extracellulaire, 22, 50, 60, 69, 74, 87, 94, 171

Maturation, 17, 20

Mécanique

– vertébrale, 47

– viscérale, 33

Mécanorécepteurs, 24–26, 89, 174

Méditation, 175

Membrane épidurale, 43

Mémoire de forme, 57, 59

Messages nociceptifs, 24

Mesure des plis cutanés, 172

Métabolisme, 22

– aérobie, 17

– anaérobie, 17

Métabolites, 23

Metalloïdes, 73

Métalloprotéases, 74

Méthode des éléments finis, 57

Microangiopathie, 72

Microfractures, 85, 90

Microgravité, 52
 Micro-innervation, 90
 Microtraumatisme, 20
 Microvascularisation, 90
 Mobilité
 – multidirectionnelle, 47
 – rachidienne, 60
 Modèles internes, 99
 Modic, 85, 90
 Modifications structurales, 21
 Module
 – d'élasticité, 55
 – – longitudinale, 54
 – de Young, 53–55
 Moelle, 28
 – allongée, 33
 – épinière, 36, 42
 – spinale, 29–30, 33, 39
 – – thoracique, 37
 Montage dynamique, 92
 Morphologie, 6, 14
 Mouvements, 61
 – convectifs, 23
 – multidirectionnels, 47
 Multifides, 177
 Muscle(s)
 – abdominaux, 96
 – du diaphragme, 96
 – intertransversaires, 45
 – pelviens, 96
 – transverse, 93, 176–177
 – – de l'abdomen, 66
 Musculature para-axiale, 17
 Myélomères, 25, 33, 36
 Myocèle, 17

N

Nanoparticules, 75
 Nanotubes, 94
 Néo-innervation, 86, 90
 Néovascularisation, 86, 90
 Nerfs
 – coccygiens, 36
 – méningé, 24
 – rachidiens, 17, 44
 – sinuvertébral, 89
 – – de Luschka, 24
 – – lombaire, 25
 – spinaux, 33, 39, 42–43, 45
 – – sacrés, 36
 – végétatif de François Franck, 45
 – vertébral, 45

Neurotoniques, 173
 Névralgies, 97
 Niveau de charge, 60
 Nocicepteurs, 174
 Nociception, 89
 Nodule de Schmorl, 82
 Nombre, 3
 Noradrénaline, 75
 Notochorde, 17, 20
 Nouveau-né, 18, 61
 NP, 48–49
 – situation, 61
Nucléus, 69, 94
 – *pulposus*, 3, 6, 19–21, 50, 57, 78, 82–83, 85, 96
 – – cervical, 14
 Nutriments, 22–23
 Nutrition, 175
 – discale, 22

O

Œdème des racines, 45
 Ondes vibratoires, 57
 Organes tendineux de Golgi, 26
 Os
 – cortical, 96
 – sous-chondral, 6, 90
 – spongieux, 96
 – vertébral, 87–88
 Oscillation
 – élastique, 57
 – respiratoire, 52
 Osmotico-mécanique, 60
 Ostéophyte, 77, 87
 Ostéoporose, 72–73
 Ostéosynthèse chirurgicale, 98
 Oxygène, 23
 Ozone, 92

P

Partie
 – extra-thécale, 41
 – intra-thécale, 39
 – ligamentaire du disque, 4
 Pascals
 – kilopascals, 50
 – mégapascals, 50
 Pathologies
 – dégénératives rachidiennes, 42
 – discales, 28, 37
 PCV, 48, 50, 55
 – perméabilité, 24
 – porosité, 22
 Pédicules, 29

Pelvispondylite inflammatoire, 74
 Performances motrices, 176
 Périoste, 30, 89
 Périostée de Wiltse, 43
 Personnes âgées, 20
 Pfirmann, 78, 83, 87, 93–94
 pH, 23
 Phénomènes
 – complexes, 58
 – inflammatoires, 21
 – traumatiques, 21
 PID, 62
 Pie-mère, 36
 Pilates, 176
 Plaques
 – cartilagineuses, 72, 80, 92
 – vertébrales, 3–4
 – d'athéromes, 172
 Plateau
 – cartilagineux, 77, 83, 92
 – vertébral, 4
 Plexus
 – de Batson, 66
 – foraminaux, 45
 – longitudinaux
 – antérieurs, 31
 – postérieurs, 31–32
 – transverses, 32
 – vasculaires, 91
 – veineux, 30
 – épiduraux, 33, 42
 – extrarachidiens, 45
 – intrarachidiens, 45, 66
 – vertébral de Batson, 32–33
 – vertébral externe, 32
 – vertébral interne, 31
 – vertébral
 – externe antérieur, 32
 – externe postérieur, 32
 – interne, 32
 Poids du corps, 52
 Point de rupture, 55
 Polyphénols, 173
 Poroélasticité, 60
 Portion
 – extraforaminale, 44
 – foraminale, 44
 – intraforaminale, 44
 Position
 – debout, 60
 – quadrupédique, 17
 Potentiel électrique, 22
 Poutre composite, 96, 177

Précontrainte, 57
 – discale, 49–51, 64
 Pression, 24
 – abdominale, 67
 – hydraulique, 48
 – hydrostatique, 22, 51
 – interne, 50
 – intra-abdominale, 33, 64, 66
 – intracanalaire, 31, 67
 – intradiscale, 22, 49–52, 61, 64
 – intrathoracique, 33
 – négative, 30
 – osmotique, 22, 53, 60
 – veineuse intra-osseuse, 67
 Pressurisation intra-abdominale, 65
 Prévention, 175
 Processus
 – articulaires, 38, 99
 – épineux, 39
 – thérapeutique, 171
 – transverse, 39, 43, 45
 – unciformes, 15
 Programme moteur, 1, 14, 47
 Proportion disco-corporeale, 60
 Propriétés
 – d'amortissement, 57
 – du matériau discal, 52
 – hydrostatiques du DIV, 64
 – mécaniques, 60
 – osmotiques, 60
 – poroélastiques, 60
 – viscoélastiques, 60
 Protection, 31
 Protéines matricielles, 69, 73
 Protéoglycanes, 22, 60, 69,
 74, 91
 Prothèse discale, 58, 92
 Protrusion, 78, 91
 – à base large, 86
 – large, 83
 – localisée, 82
 PRP, 92, 94
 Psoas, 98

Q

Qualité de vie, 174
 Queue de cheval, 36, 39, 42, 85

R

Rachialgies, 95, 97, 99, 174
 Racines, 85
 – L2, 25
 – lombosacrées, 39

- nerveuses, 30, 33, 39
- lombaires, 36
- rachidiennes, 28–29, 39, 41
- Radiographie
 - de profil, 37
 - standard, 36, 77–78
- Raideurs discales, 98
- Rameau
 - dorsal, 24
 - ventral sympathique, 24
- Rapports neuro-vasculaires, 28
- Rapprochement, 61
- Récepteur
 - interstitiel, 24
- Récessus latéral, 38, 40, 44
 - bas, 39
 - haut, 39
- Reconstruction tissulaire, 172
- Régénération, 90
 - cellulaire, 91
 - discale, 91, 94
 - tissulaire, 171
- Régime
 - hypocalorique, 173
 - méditerranéen, 172
- Réhydratation, 94
 - discale, 91
- Relation contrainte-déformation, 53
- Relaxation, 171, 175
 - de contrainte, 53, 57, 60
- Remodelage osseux, 176
- Renflement
 - cervical, 33
 - lombaire, 33
- Renforcement
 - hydraulique, 67
 - musculaire, 91, 93, 175, 177–178
- Répartiteur hydraulique de pression, 51
- Repos nocturne, 23
- Réservoir de substances lipophiles, 31
- Résistance, 48–49
 - d'un matériau, 53
 - du disque, 62
- Respiration, 175
- Ressort, 56–57
- Rhéologie discale, 60
- Rotation, 61, 63
- Roussouly, 72
- Rythme circadien, 23

S

- Sac dural, 30, 36, 39, 41
- Sacro-iliaques, 95, 98

- Saut, 58
- Sciatalgies, 97
- Sclérose
 - fibreuse densifiante, 86
 - graisseuse, 86
 - sous-chondrale, 77
- Sclérotome, 17
- Scoliose, 24, 31, 87, 97
 - idiopathique, 70
- Sédentarité, 106, 172, 174, 176
- Segment
 - extra-thécal, 36
 - intra-thécal, 36
 - médullaire, 33
 - mobile de Jughans, 47
- Segmentation, 17
- Sénescence, 21
 - discale, 69
- Séparation, 61
- Séquestration, 83
- Sérotonine, 175
- Sinus
 - occipital, 32
 - sigmoïde, 32
 - veineux basilaire, 32
- Solide, 53
- Sollicitation externe, 60
- Solutés, 22
- Somatisation, 90
- Somites, 17
- Sophrologie, 171
- Spondylodiscites, 74
- Spondylolisthésis, 78
- Squelette axial, 17
- Stabilisation dynamique du tronc, 176
- Stabilité, 47
 - du complexe lombopelvien, 173
 - dynamique, 96, 178
 - mécanique, 92
 - statique, 177
- Stabilizer, 178
- Stase, 33
- Station debout, 17
- Stress, 174–175
 - aigus, 70
 - chronique, 70, 74
 - émotionnel, 91
 - mécanique, 69–70
 - oxydant, 75
 - oxydatif, 171
 - psychosocial, 74
- Structure
 - avasculaire, 22

- composite, 3
- de tenségrité, 57, 59
- Surcharge discale, 59
- Surcontraintes, 64
- Surface
 - criblée, 4
 - vertébrale, 1
- Surpoids, 106, 174
- Surstabilisation, 99
- Susceptibilité du ganglion, 44
- Sympathique, 24–25
- Syndrome
 - d'instabilité lombaire, 92
 - de protection, 85, 98
 - métabolique, 72
 - postural, 97
- Système
 - articulaire, 98–99
 - azygos, 42
 - capsuloligamentaire, 69
 - cave inférieur, 32
 - cave supérieur, 32
 - en porte-à-faux, 60
 - ligamentaire, 95
 - locomoteur, 99
 - musculo-squelettique, 92
 - nerveux, 58
 - – central, 98–99
 - neuromusculaire, 98
 - neurovégétatif, 85
 - raidisseur, 65
- T
- Tabac, 69, 106
- TDM, 30, 64, 92
- Temps, 53
- Tendineux, 15
- Tenségrité, 58
 - structure, 60
 - système, 59
- Tensions, 59
 - musculaires, 175
 - tissulaires, 52, 87, 171
- Tests de provocation de la douleur, 95
- Thalamus, 90
- Thé, 173
- Thermocoagulation, 92
- Tissu, 15
 - adipeux, 172
 - conjonctif, 50
 - – aréolaire, 30
 - – myxoïde, 21
 - fibreux, 20

- Tomodensitométrie, 78, 88
- Torsion discale, 86
- TPM, 52
- Traction verticale, 62
- Transfert de charges, 47–48, 64
- Translation, 63
- Transmission radiale, 51
- Transport des charges, 49
- Traumatisme, 20, 24, 55
- Travail
 - cognitif, 175
 - mental, 175
 - proprioceptif, 178
- Tripode
 - fonctionnel, 47
 - vertébral, 47
- Triptyque discal, 3
- Tronc basilaire, 45
- Trophicité discale, 22
- Trou de conjugaison, 42
- Tumeur, 30
 - intra-canalair, 98
- Turgor discal, 49
- Type
 - adulte, 20–21
 - immature, 19
 - transitionnel, 20–21

U

- Unité fonctionnelle
 - spinale, 1, 47, 61

V

- Vaisseaux
 - discaux
 - – périphériques, 22
 - épiduraux, 31
- Variations
 - de pression, 60
 - de taille, 23
- Vascularisation, 22, 24, 106
 - du disque, 72
 - vertébrale, 17
- Vascularites auto-immunes, 73
- Veines
 - azygos, 32
 - basivertébrale, 32
 - cave inférieure, 42, 66
 - cervicales profondes, 32
 - épidurales, 33, 66
 - foraminales, 32
 - hemiazygos, 32
 - iliaques communes, 32, 42

- ilio-lombaires, 32, 42
- intercostales, 32
- intervertébrales, 32
- lombaires, 32
- radiculaires, 42, 45
- sacrées latérales, 32
- vertébrales, 32, 45

Vérin hydraulique, 56, 96

Vertèbres coccygiennes, 36

Vibrations, 57

Vieillessement, 20–21

Viscérocepteurs, 90, 176

Viscoélasticité, 58, 60

- discale, 53

Viscoélastique, 53

Viscosité, 57

Visqueux, 53

Vitamines, 73

Vitesse

- d'application des sollicitations, 57

- de sollicitation, 53

Volume de réserve, 30, 37, 39

Voyants rouges, 96

Y

Yoga, 176, 178

Z

Zones de tension tissulaire, 84

Elsevier Masson S.A.S -
65, rue Camille-Desmoulins,
92130 Issy-les-Moulineaux

Dépôt Légal : octobre 2018

Composition : SPI

Imprimé en Pologne par Dimograf